



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
CON MENCIÓN EN TELECOMUNICACIONES**

TESIS

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENLACE VOIP PARA OPTIMIZAR LA
COMUNICACIÓN DE LAS ÁREAS DE MANTENIMIENTO Y RECEPCIÓN
ENTRE LAS OFICINAS CENTRAL Y SUCURSAL DE LA EMPRESA SAMSUNG
EN EL DISTRITO DE SAN ISIDRO**

**PRESENTADO POR
PÉREZ MONTENEGRO, ELÍ**

**ASESOR
VÍLCHEZ SANDOVAL, JESÚS ALBERTO**

Los Olivos, 2017



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA CON
MENCIÓN EN TELECOMUNICACIONES**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENLACE VOIP PARA
OPTIMIZAR LA COMUNICACIÓN DE LAS ÁREAS DE
MANTENIMIENTO Y RECEPCIÓN ENTRE LAS OFICINAS
CENTRAL Y SUCURSAL DE LA EMPRESA SAMSUNG EN
EL DISTRITO DE SAN ISIDRO**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO COMO INGENIERO
ELECTRÓNICO CON MENCIÓN EN
TELECOMUNICACIONES**

PRESENTADO POR:

ELÍ PÉREZ MONTENEGRO

ASESOR:

VÍLCHEZ SANDOVAL, JESÚS ALBERTO

LIMA – PERÚ

2017

DEDICATORIA

A Dios por darme fuerzas, a mis padres por el gran ejemplo de esfuerzo y dedicación para lograr mis objetivos, por enseñarme buenos principios y valores cristianos, al Ingeniero Daniel García y Hada Torres por inculcarme valores de superación ayudándome a encarar las dificultades su apoyo constante e incansable me sirvió para culminar mis estudios, al profesor Jesús Vílchez por su tiempo y dedicación como asesor.

RESUMEN

Este trabajo de tesis se realiza teniendo cuenta algunos preámbulos tanto en los análisis teóricos en lo que a transmisión de la voz se refiere, también revisaremos algunas formas de digitalizar una señal analógica para que pueda ser transmitida a través de la tecnología VOIP, además vamos a explicar e investigar a fondo el funcionamiento de los protocolos de la red de internet, la importancia que aportará a la solución que se diseñará con el códec G.729 como solución integral de telefonía en tiempo real.

Adicionalmente revisaremos otros trabajos de infraestructuras que se han realizado en las empresas que ya han implementado este servicio, para evaluar los componentes necesarios la tecnología para el diseño y la solución, esto nos servirá para diferenciar entre lo económico y la calidad de tecnología que vamos a utilizar.

El desarrollo de este proyecto tiene un solo fin que es mantener comunicación en tiempo real entre dos oficinas, para este diseño seleccionaremos los equipos y componentes adecuados; también realizaremos la configuración necesaria en la PBX evaluando el correcto funcionamiento de los equipos, finalmente presentaremos las gráficas de ancho de banda que es consumido por cada teléfono, teniendo cuidado que estas no se incrementen al realizar las llamadas asumiendo que son datos reales teóricamente vistos anteriormente.

Palabras claves: voip, sip, códec g.729, pbx

ABSTRACT

This thesis is done by an introduction on for the transition of voice and theoretical aspect how concerning the analog signals are digitized VOIP also explain the functioning of the SIP protocol and the most important aspects of solution which will be designed as an integral G.729 telephony solution in real time.

Additionally, we carry out a study of infrastructure businesses that have implemented this service, to evaluate the components required for the design and solution, taking into account the economic aspect and the available technology that we will use.

In order to improve this communication system will select the equipment, suitable for design components; will also make the necessary settings on the PBX evaluating the proper operation of the equipment finally present the graphs of bandwidth is consumed by each phone, taking care that these are not increased to make calls assuming they are real data theoretically seen before.

Keywords: voip, sip, códec g.729, pbx

CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
CONTENIDO	v
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABLAS	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Definición del problema de investigación	4
1.1.1. Planteamiento del problema	4
1.1.2. Formulación del problema general.....	5
1.1.3. Formulación de los problemas específicos	5
1.2. Definición de los objetivos de la investigación.....	6
1.2.1. Objetivo general.....	6
1.2.2. Objetivos específicos	6
1.3. Justificación de la investigación	7
1.3.1. Justificación técnica	7
1.3.2. Justificación económica	7
1.4. Alcances y limitaciones de la investigación	8
1.4.1. Alcances	8
1.4.2. Limitaciones.	8
CAPÍTULO II FUNDAMENTO TEÓRICO	10
2.1. Protocolo IP	11
2.1.1. Telefonía tradicional vs, telefonía IP	12
2.1.2. Standard VOIP – voz sobre IP	13
2.1.3. Direccionamiento del sistema	15
2.2. Antecedentes	17
2.2.1. Arquitectura de una red para VOIP	19
2.2.2. Gateway de voz sobre IP	23
2.2.3. Funcionamiento de la red VOIP	26
2.2.4. Arquitectura de protocolos de la red VOIP	27
2.2.5. Ancho de banda necesario para el sistema VOIP.....	28
2.3. Marco Metodológico	41
2.3.1. Protocolos de transporte. RTP	41

2.3.2. Protocolo RTCP	41
2.3.3. Protocolos de señalización TCP	42
2.3.4. UDP, (user datagrama protocol).	42
2.3.5. Protocolo de inicio de sesión SIP	42
2.3.6. Elementos para el sistema VOIP	42
2.3.7. Problemas en una red VOIP.	43
CAPÍTULO III DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS.....	45
3.1. Investigar el sistema actual de comunicación	46
3.1.1. Mediante qué sistema están interconectadas las oficinas	46
3.2. Establecer los requerimientos técnicos	49
3.3. Definir una arquitectura para el sistema VOIP	53
3.3.1. Arquitectura de funcionamiento para el sistema VOIP	53
3.3.2. Hardware que se usará para el diseño de telefonía VOIP.	53
3.4. Diseñar una propuesta de solución	57
3.4.1. Diseño de un sistema VOIP	57
3.5. Simulación de funcionamiento de VOIP en tiempo real, implementar	60
3.5.1. Simulación de llamadas entre oficinas	60
CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE COSTOS Y BENEFICIOS	63
4.1. Análisis de costos.....	64
4.1.1. Presupuestos	64
4.1.2. Otros	64
4.2. Análisis de beneficios	66
4.2.1 Beneficios tangibles	66
4.3. Consolidado de costo/beneficio.....	67
4.4. Análisis de sensibilidad	67
4.4.1 Desarrollo del flujo de caja.....	67
4.4.2 Análisis del VAN > 0.....	73
4.4.3 Análisis del TIR ≥ TIO	76
4.4.4 Análisis del ROI	79
CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES.....	85
REFERENCIAS	86
GLOSARIO	89
ANEXO A: DIAGRAMA DE GANTT	90
ANEXO C: PROTOCOLOS DE PRUEBA	91

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 01: Funcionamiento de una arquitectura centralizada.....	16
Figura N° 02: Funcionamiento de asterisk vs arquitectura PBX.....	17
Figura N° 03: Funcionamiento del switch y el router.....	18
Figura N° 04: Funcionamiento del router y el servidor.....	18
Figura N° 05: Funcionamiento del protocolo SIP y el Gateway.....	20
Figura N° 06: Modelo de un teléfono analógico.....	21
Figura N° 07: Funcionamiento del protocolo SIP y RTP.....	25
Figura N° 08: Proceso de digitalización de la voz.....	27
Figura N° 09: Funcionamiento del tráfico de la voz y la suma de bytes.....	29
Figura N° 10: Funcionamiento del protocolo RTP y UDP.....	30
Figura N° 11: Funcionamiento de inicio de una llamada.....	33
Figura N° 12: Conexiones parte posterior de la red de fibra óptica.....	41
Figura N° 13: Conexiones parte frontal de la red de fibra óptica.....	41
Figura N° 14: Conexiones de entrada y salida del switch.....	42
Figura N° 15: Conexiones de los gabinetes de telecomunicaciones.....	43
Figura N° 16: Modelo de un equipo Cisco SAP 112 con dos puertos FXS.....	49
Figura N° 17: Modelo de un Gateway G.729 con puertos FXO.....	50
Figura N° 18: Modelo de un teléfono analógico.....	51
Figura N° 19: En la figura se puede apreciar el switch y el puerto a utilizar.....	52
Figura N° 20: Diseño de solución de telefonía VOIP.....	53
Figura N° 21: Simulación de una llamada de telefonía VOIP.....	56

LISTA DE TABLAS

Tabla N°01: Se puede observar la telefonía tradicional Vs, telefonía IP.....	9
Tabla N° 02: En la tabla se observar la pila de los protocolos IP.....	13
Tabla N° 03: En la figura se muestra un ejemplo de encapsulación.....	25
Tabla N° 04: En la figura se observa el intercambio de mensajes SIP.....	35
Tabla N° 05: tabla comparativa de los códec G.729 y G.711.....	44
Tabla N° 06: Algoritmo de compresión de los Códec G.729 y G.711.....	45
Tabla N° 07: Clases de retardo recomendadas por la ITU. Serie H.248.....	46
Tabla N°08: se muestra el presupuesto de mano de obra.....	58
Tabla N°09: Presupuesto final del sistema de telefonía VOIP.....	61
Tabla N°10: Descripción de costos de los equipos y accesorios.....	61
Tabla N°11: Costos, estudios preliminares e implementación.....	62
Tabla N° 12: Costo unitario de producción por KIT-VOIP.....	62
Tabla N° 13: Costo anual de producción por KIT-VOIP.....	63
Tabla N° 14: Cálculo del volumen de producción.....	63
Tabla N° 15: Inversión en equipos y accesorios.....	64
Tabla N° 16: Determinación de los salarios.....	64
Tabla N° 17: Nómina anual de gerencia.....	65
Tabla N° 18: Estimación del precio de venta del dispositivo KIT-VOIP.....	65
Tabla N° 19: Cálculo de la venta anual de KIT-VOIP.....	65
Tabla N° 20: Descripción y significado del VA.....	66
Tabla N° 21: Panel de entrada de variable.....	61
Tabla N° 22. Análisis de viabilidad del VA.....	68
Tabla N° 23: Descripción y significado del TIR.....	69

Tabla N° 24: Análisis de viabilidad del TIR.....	70
Tabla N° 25: Análisis del proyecto, respecto a la producción.....	71
Tabla N° 26: Sensibilidad del proyecto con respecto al precio.....	71
Tabla N° 27: Sensibilidad de sensibilidad con respecto al salario.....	72
Tabla N° 28: Descripción y significado del ROI.....	73
Tabla N° 29: Análisis y resultado del ROI.....	74
Tabla N° 30: Modelo de proyección y resultados finales.....	74
Tabla N° 31: Estado de resultado del proyecto a 5 años.....	75
Tabla N° 32: Diagrama de GANTT, periodo de desarrollo de los objetivos.....	90

INTRODUCCIÓN

Considerando el desarrollo tecnológico en nuestro país y con la integración de diversas áreas, se está solucionando diversos problemas en todos los campos, aún existe deficiencias en los sistemas de comunicación, en la empresa Samsung se evidenció un problema de comunicación entre la oficina principal y sucursal generando muchos inconvenientes, es así que el diseño de un sistema de enlace VOIP logrará optimizar la comunicación.

En el desarrollo de este trabajo de investigación, plantaremos los objetivos que queremos alcanzar y así optimizar la comunicación entre las dos oficinas, uno de ellos es implementar un sistema con los equipos adecuados, para verificar que las llamadas lleguen desde la oficina central hasta la sucursal.

Este trabajo de investigación es importante, ya que se desarrollará con tecnología actualizada, como son las redes de internet que muchas empresas ya utilizan para diferentes aplicaciones como: correo electrónico, intranet, etc. El sistema puede ser utilizado a nivel nacional o internacional, gracias a que el medio por el cual se va a enviar los datos son las las redes de internet.

La metodología que utilizaremos es descriptiva, debido a que detallaremos parte por parte los procesos y aplicaciones de la tecnología IP, haremos uso de los protocolos de internet, la tecnología VOIP ha evolucionado, llegando a utilizar nuevas técnicas como la digitalización de la voz, priorizando así nuevos mecanismos de control de tráfico y protocolos de transmisión en tiempo real, con este sistema el usuario podrá comunicarse desde un teléfono fijo adaptado a las redes de internet.

Las limitaciones del sistema de red VOIP, es el ancho de banda, es decir si se requiere utilizar con las redes de internet, existe la posibilidad de implementarlo

en una empresa, universidad y lugares que tenga una red Ethernet; como también se puede implementar a través de una red de área local, la diferencia es que no se puede sobrepasar los cien metros, en muchas ocasiones no se utiliza, por desconocimiento de funcionamiento de esta tecnología de comunicación en tiempo real.

La empresa Samsung, ha tenido muchas complicaciones en lo que a comunicación inmediata se refiere, uno de ellos es la demora en la reparación de los productos, al no poder comunicarse con la oficina central de forma inmediata, para consultar la disponibilidad de repuestos, plantearemos el problema que se ha presentado, nos enfocaremos en el diseño de un sistema eficiente de comunicación, no solo por ser un sistema flexible y confiable sino por rebajar costos en comparación con otros servicios, como es el caso de telefonía fija.

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Definición del problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

Las comunicaciones en el Perú a lo largo del proceso de desarrollo, no han sido eficientes, en la actualidad, continúan generando muchos problemas prioritarios como las pérdidas de comunicación en tiempo real, lo que es vital en casos de emergencia donde debe priorizarse la buena comunicación. Esto se vio reflejado en la empresa Samsung, entre la oficina central y una oficina sucursal, evidentemente siguen con el problema al no tener un sistema de comunicación eficiente en tiempo real; ocasionando la demora en la entrega inmediata de productos a los clientes, generando reclamos y denuncias a indecopi (defensa del consumidor), ocasiona también que la empresa pierda credibilidad, pagos a realizarse por las multas generadas por pérdida de información; por lo tanto gastos innecesarios que la empresa debe realizar pudiéndose solucionar.

Es por ello que se plantea diseñar un sistema de comunicación de VOIP, aplicando adaptadores SPA 112 que convertirá la señal de audio a paquetes IP, permitiendo enviarse por la red Ethernet y un Gateway G.729, que realizará la comprensión del audio reduciendo el ancho de banda a unos 32kbps por segundo, permitiendo el enlace en tiempo real, reduciendo los costos de implementación y mantenimiento este sistema ayudará a reducir los tiempos de reparación de los productos y entrega al cliente.

Esta solución al problema en la presente investigación, logrará la óptima y eficiente comunicación en tiempo real entre la oficina central y sucursal ahorrándose los pagos innecesarios y trámites burocráticos, lo que mejorará considerablemente la atención al cliente, y que este pueda salir satisfecho con la

empresa, lo que genera mayores compras y ganancias, en el mercado competitivo.

1.1.2 Formulación del problema general

¿Cómo establecer un sistema de comunicación en tiempo real entre la oficina central y sucursal de la empresa Samsung en el distrito de San Isidro?

1.1.3. Formulación de los problemas específicos

Problema específico 1:

¿Cómo están interconectadas la oficina central y la oficina sucursal de la empresa Samsung en el distrito de San Isidro?

Problema específico 2:

¿Cuáles son los requerimientos técnicos necesarios para desarrollar un sistema de comunicación entre la oficina central y sucursal de la empresa Samsung?

Problema específico 3:

¿Cómo se aplicaran los componentes y la tecnología necesaria para optimizar la comunicación entre la oficina central y sucursal de la empresa Samsung?

Problema específico 4:

¿Cómo integrar la centralita PBX a un sistema de comunicación en tiempo real VOIP para optimizar la comunicación entre la oficina central y sucursal de la empresa Samsung?

Problema específico 5:

¿Cómo desarrollar la simulación del sistema VOIP para optimizar la comunicación entre la oficina central y sucursal de la empresa Samsung en el distrito de San Isidro?

1.2. Definición de los objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de enlace VOIP para optimizar la comunicación en tiempo real, entre la oficina central y sucursal de la empresa Samsung en el distrito de San Isidro.

1.2.2. Objetivos específicos

Objetivo específico 1:

Evaluar cómo están interconectadas la oficina central y sucursal, cuáles es el ancho de banda instalado actualmente.

Objetivo específico 2:

Establecer los requerimientos técnicos para desarrollar un sistema de comunicación entre la oficina central y sucursal de la empresa Samsung.

Objetivo específico 3:

Definir una arquitectura y la tecnología necesaria, que servirán para el desarrollo de un sistema de comunicación en tiempo real.

Objetivo específico 4:

Diseñar una propuesta de solución integrando la centralita PBX, a un sistema de comunicación de acuerdo a la arquitectura.

Objetivo específico 5:

Realizar la simulación del sistema VOIP para optimizar la comunicación entre la oficina central y sucursal de la empresa Samsung en el distrito de San Isidro.

1.3. Justificación de la investigación

1.3.1. Justificación técnica

La oficina central y la oficina sucursal de la empresa Samsung, actualmente se encuentran interconectadas por fibra óptica, pero no cuenta con los servicios de teléfono, es por ello que este trabajo de investigación es importante, ya que una vez instalado el sistema se podrá realizar llamadas en tiempo real, esto beneficiará a la oficina sucursal de la empresa Samsung, que es muy necesario por el incremento de sus clientes para brindar una buena atención, ya que se pretende diseñar una solución mediante telefonía VOIP, utilizando protocolos IP, UDP, RTP, que permitirán a los clientes, no esperar más de un día para ser informados, sobre el estado de su productos.

1.3.2. Justificación económica

Este proyecto nos permitirá conocer las razones de las quejas de los clientes que han presentado por la demora en entregar los productos, gracias a este sistema ya no habrá deficiencias en la reparación y entrega de productos; se generará

ingresos económicos tales como el caso de los clientes que ingresan su producto fuera de garantía, pasando a ser facturados por la empresa, con costos que rodean los s/.180.00 a s/.200.00 nuevos soles por producto. No aceptan presupuestos por demoras en información y reparación final de su producto, de esta manera se aporta a mejorar el servicio al cliente con un índice de tiempo no mayor de un día en la sucursal de la empresa Samsung.

1.4. Alcances y limitaciones de la investigación

1.4.1. Alcances

- Con este proyecto podemos esclarecer los problemas que se han tenido en la demora de entregar los productos a los clientes, también podemos ampliar este sistema de telefonía VOIP en las demás sucursales en la empresa Samsung.
- El sistema se implementará utilizando Voz sobre IP con el protocolo SIP y RTP.
- El sistema se implementará basado en el modelo de comunicaciones TCP/IP.
- El sistema de direccionamiento estará basado en el protocolo IPv4.
- Se implementará alta compresión de voz utilizando el códec G729a para el ahorro de ancho de banda.
- Se utilizará Atas para adaptar la voz analógica sobre la red IPv4.

1.4.2. Limitaciones.

- Se carece de conocimiento técnico en lo referido a VOIP a nivel nacional por falta de herramientas necesarias para la simulación. (SOFTWARE).

- Es por ello que se recurrió a manuales y guías técnicas internacionales para definir los problemas.
- Los sistemas de enlace son costosos y complicados en el Perú.
- La tecnología del sistema de telefonía actual con el que cuenta la empresa no soporta Voz sobre IP por lo que se tendrá que adaptar mediante la interconexión de otros dispositivos.
- El ancho de banda contratado por la empresa también se está utilizando para transmisión de datos.
- No se cuenta con mayor información sobre la topología que utiliza el proveedor de servicio para la interconexión de las sucursales.

CAPÍTULO II FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. Protocolo IP

En definición IP proviene de sus siglas Internet Protocol, lo que vendría a ser protocolo de internet, es un standard que se utiliza para enviar y recepcionar datos de información a través de una red de paquetes conmutados; La dirección IP no cuenta con un sistema de confirmación donde indique si los datos han llegado a sus destino o no, por lo que utiliza como conmutadores de paquetes a los switch y routers para determinar que tramo de red usarán para enviar los datos.

Amplios proyectos de telefonía IP se han desarrollado a través del sistema de protocolos IP; ya sea con asterisk o con otro software libre, protocolos de señalización como, RTP, SIP y los protocolos de transporte (RTSP), Salazar, (2010), (p. 17).

También se utilizó los protocolos de internet para realizar el proyecto para reservar boletos en el ferrocarril de Cusco- Machu Picho, se diseñó e implementó de un sistema interactivo de respuesta de voz (IVR) piloto, la finalidad del sistema de VOIP de interfaz bilingüe fue para optimizar la reserva de boletos en el ferrocarril de Cusco, al finalizar el proyecto se hizo las respectivas pruebas de esfuerzo para determinar la cantidad de llamadas y el uso de los servidores IP. Ortega, (2011), (p. 16).

En muchas áreas y con diversas aplicaciones se ha implementado mediante procedimientos que puedan medir la calidad de voz en la red de telefonía IP, obteniendo beneficios a partir del cálculo de los principales factores para reducir el retardo, la desviación y pérdida de paquetes; la finalidad es mejorar la calidad

de servicio y de voz aceptable en lo que otros medios no garantizan como la tecnología actual de internet. Ocampo, (2011), (p. 23).

En el caso de las comunicaciones inalámbricas se ha realizado trabajos de investigación para concretar e implementar un diseño óptimo habilitado para todos los servicios habituales que pueden ser el envío de paquetes sobre la red de internet, siguiendo las sugerencias establecidas por la IEEE 802.11b para zonas rurales; la construcción de este diseño será genéricamente compatible para cualquier tipo de comunicación inalámbrica, el servicio es de calidad por lo que puede ser utilizado de manera segura de acuerdo a las prioridades del cliente; sin la necesidad de efectuar otros dispositivos de calidad de servicio; el procedimiento se establecerá bajo los patrones de acceso directo, efectuados en código abierto para que cualquier usuario pueda configurarlo. Salazar (2010), (p.32).

2.1.1. Telefonía tradicional vs, telefonía IP

El contraste entre los dos medios de comunicación es la unidad modular en el intercambio de llamadas, al momento procesarse el envío de datos de voz como habitualmente se hace; en la transferencia de voz debe almacenarse recursos suficientes, efectuando previamente un proceso de conexión dentro de los estándares de ancho de banda fijo (típicamente 64 kbps por canal) que puede ser usado dependiendo del tráfico de paquetes en el sistema de transmisión de VOIP, en este proceso los datos se dividen en paquetes para luego ser enviados a una dirección previamente establecido, el manejo de los recursos de red se ejecuta con facilidad de acuerdo la falta de transferencia de datos sin la necesidad de

reservar un canal prioritario, lo único que se debe tener en cuenta es seguir ciertas reglas para la transmisión de extremo a extremo.

Tabla N°1: se puede observar la telefonía tradicional Vs, telefonía IP.

Telefonía tradicional	Telefonía VOIP
Conmutación de circuitos	Conmutación de paquetes
Se puede realizar una sola llamada a la vez	Se puede realizar varias llamadas a la vez
Soporta solo el envío de voz	Soporta el envío de audio y video
No cuenta con elementos de seguridad	Existen elementos que realizan autenticación
Es costosa por mantenimiento y las llamadas	Tiene costos reducidos y llamadas internacionales
S movilidad es nula	Basta con tener internet,
Posee grandes problemas en cuanto a escalabilidad	Es de gran escalabilidad por su estructura

Fuente: tesis de análisis e implementación de un prototipo de telefonía VOIP, Reyes, (2010), p. 21.

2.1.2. Standard VOIP – voz sobre IP

Durante mucho tiempo, las personas encargadas de las comunicaciones dentro de una empresa, planifican alguna posibilidad de utilizar subestructuras de datos para el transporte del tráfico de voz; esto se realiza al momento de tener la necesidad de cambiarse a nuevos estándares o sistemas de tecnologías de compresión de voz a un precio económico que finalmente mejore su situación.

Después de comprobar que desde una PC que contenga elementos multimedia existe la posibilidad de ejecutar llamadas telefónicas a través de internet, entonces podemos afirmar que la telefonía en IP es fácil de poder utilizarla y la calidad de voz es igual que la telefonía analógica, si una empresa dispone de una red de datos que tenga un ancho de banda bastante grande, también podemos

pensar en la utilización de esta red para las distintas delegaciones de la empresa. Las ventajas que obtendríamos son muchas al utilizar nuestra red para transmitir tanto voz como los datos. Enrique, (2006), (p.13).

En definición al implementar este sistema se estaría disminuyendo los costos en comunicaciones dentro de la empresa, por lo que comunicarse dentro de la empresa con distintas áreas no tendría costo alguno.

Es indiscutible la implantación definitiva del protocolo IP desde los ámbitos empresariales a los domésticos y la aparición de un estándar, en VOIP no podía hacerse esperar, la aparición de VOIP junto con los DSP, (Procesador Digital de Señal), los cuales son claves en la compresión y descompresión de la voz, son los elementos que han hecho posible el inicio de estas tecnologías. Para este auge existen otros factores tales como la aparición de nuevos estudios o la puesta definitiva por VOIP de fabricantes como Cisco Systems o Nortel-Bay.Networks.

Por otro lado, los especialistas de telefonía están ofreciendo en un futuro cercano servicios IP a las empresas, como se sabe hasta ahora nos podemos encontrar con tres tipos de redes IP:

- **Internet;** es el medio por el cual nos permite un uso profesional para el tráfico de voz.
- **Red IP pública,** los especialistas de la red IP ofrecen a las empresas la conectividad necesaria para interconectar sus redes de área local en lo que al tráfico IP se refiere, se puede considerar como algo similar a internet, pero con una mayor calidad de servicio o con importantes mejoras en seguridad,

hay operadores que incluso prometen garantías de bajo retardo y/o ancho de banda lo que hace muy atractivo para el tráfico de voz.

- **Intranet**; la red IP implementada por la propia empresa, suele constar de varias redes LAN que se interconectan mediante redes WAN tipo frame relay/ATM, líneas punto a punto prácticamente todos los parámetros de la red por lo que resulta ideal para su uso en el transporte de la voz y para el acceso remoto etc.; en este caso la empresa tiene bajo su control todas las conexiones.

El VOIP/G323 este protocolo alcanza a su vez muchos modelos que se afirma en una serie de etiquetas que cubren las diferentes áreas de la comunicación.

2.1.3. Direccionamiento del sistema

a) RAS, (Registration, Admission and Status). Es una etiqueta de comunicaciones que admite localizar a dos estaciones de H.323, esto se logra por medio de gatekeeper.

b) DNS, (Domain, Name Service). Es un servicio de calidad, que tiene que ver con los nombres de las direcciones IP similar al protocolo RAS pero a través de un servidor DNS.

1. Señalización

a) Q.931 cumple el proceso de inicio de llamada de señalización.

b) H.225 tiene como finalidad controlar las llamadas de señalización y el flujo de voz).

2. Compresión de voz

- a) Los equipos más utilizados para la compresión de voz son; G.729 y G.723.
- b) Otros equipos opcionales o para algunos casos son; G.711, G.722 y G.728.

3. Transmisión de voz

- a) **UDP**, para la transmisión de la voz se utiliza varios protocolos de internet, uno de ellos es UDP, aunque UDP no es tan confiable, pero es beneficioso debido a que este protocolo tiene mayor ancho de banda que TCP.
- b) **RTP**, (Real Time Protocol) este protocolo se encarga de dirigir los paquetes que llegan a la red de manera temporizada, luego revisa los paquetes UDP que contiene la información correcta para ser entregados correctamente.

4. Control de transmisión

- a) **CPRT**, (Real Time Control Protocol). Su función es detectar escenarios de obstrucción en la red y tomar iniciativas correctas.

En la siguiente figura podemos observar el funcionamiento de los protocolos mencionados.

Tabla N°2: en la tabla se observar la pila de los protocolos IP.

ESTABLECIMIENTO		DE LLAMADA	Y CONTROL
PRESENTACIÓN			
DIRECCIONAMIENTO	Compresión DE audio G.711, G.723	DTMF	DIRECCIONAMIENTO
RAS H25	DNS	RTP/RTCP	H245,Q931 (H255)
	TRANS. UDP	RED IP	TRANS.TCP
ENLACE FÍSICO			

Fuente: Enrique, (2006), (p.13).

2.2. Antecedentes

a) Internacionales

Mujica, (2011), en su tesis de **“implementación de un QoS para VOIP en SIP”** ha concluido que la investigación está relacionada con los objetivos de la propuesta, debido a que plantea el tratamiento con QoS del protocolo SIP en redes VOIP. (p. 466).

Susana, (2005), en su tesis **“diseño e implementación de un sistema VOIP”** de maestría, indica que al desarrollar e implementar un punto neutro para VOIP, teniendo como objetivo señalar un punto neutro que es una plataforma para ofrecer interoperabilidad entre proveedores de servicios de telefonía IP diferentes, se ha logrado mejorar la calidad de servicio y seguridad para los clientes de los proveedores, asimismo se ha realizado conjuntamente con la fundación i2CAT y dos operadores de ToIP, cada uno de estos operadores trabajan con diferentes

protocolos (uno con SIP y otro con RTP, por lo que había la necesidad de solucionar el intercambio de señalización entre operadores. (p.62).

Agua vil, (2010), en su tesis de **“desarrollo de un prototipo para una red IP segura”** indica que la voz sobre IP ha ganado mucho campo en la actualidad por su bajo costo de implementación, mantenimiento y seguridad, es por ello que las pequeñas y grandes empresas se ven en la obligación de adoptar este tipo de herramientas, además ha logrado un mejor tratamiento de sus comunicaciones tanto internas como externas.

b) Nacionales

Liliana, (2011), en su tesis de maestría **“desarrollo de un software PROXI, PBX de VOIP con funciones de reporte de llamadas”** concluye afirmando que una de las necesidades fundamentales de las empresas, es el mantener una comunicación eficaz; esta función actualmente es realizada por el PBX que es un dispositivo que permite la operación de una red telefónica privada que es utilizada dentro de una empresa, este sistema dispone de cierto número de líneas conecta las extensiones internas y al mismo tiempo las conecta con la red pública conmutada conocida también como PSTN. (p.12).

Quintana, (2006), en su tesis de **“Implementación de una red piloto de telefonía IP”** indica que ha logrado implementar una red piloto de telefonía IP en la Red Académica Peruana (RAAP) usando software libre. Durante el desarrollo de este proyecto se realizó una comparación de los diversos protocolos de señalización: SIP, IAX2; del hardware a utilizar: Teléfonos IP, Atas; así como también las diversas clases de códec. Luego del análisis y simulación, se implementó la red VoIP; esta red consiste en un servidor principal y otro de

respaldo para poder brindar una alta disponibilidad en caso de fallas. Ambos servidores cuentan con el software Asterisk y un Sistema Operativo GNU/Linux. Una vez implementada la red se realizó pruebas de esfuerzo para determinar la capacidad máxima de llamadas simultáneas que soporta el sistema, (p.23).

Ortega, (2011), Otro de los proyectos que se ha realizado con respecto a la utilidad de sistema VOIP, Ortega nos indica que en su tesis de “**estudio de diseño e implementación de un sistema IVR IP**”, el cual se puede implementar para ser utilizada como una interfaz telefónica bilingüe (español inglés) para reservar boletos de viaje en el ferrocarril desde la estación San Pedro hasta el cusco en la ciudad de Mach Picchu (aguas calientes), detalla que su trabajo de investigación estará conformada por la arquitectura de tres componentes como son los siguientes: central PBX, Servidor de requerimientos y un servidor de base de datos, detalla que ha logrado establecer comunicación entre estación San Pedro y el Cusco. P.10. Comentario personal, la importancia y utilidad de usar los protocolos TCP/IP, para poder enviar datos por la red IP.

2.2.1. Arquitectura de una red para VOIP

En términos generales podemos definir que si necesitamos enviar voz sobre las redes de internet, debemos seleccionar los medios por el cual serán enviados, entre ellos tenemos:

- a. Hardware**, teléfono analógico que puede conectarse directamente a un adaptador SPA cisco 112.
- b. PBX**, centralita que se comunica con una PC a través de la red LAN.

c. Servidor, provee el manejo y funciones administrativas para soportar el enrutamiento de llamadas a través de la red este servidor está basado en un sistema SIP, (Protocolo de Inicio de Sesión).

d. Gateway, sirve de enlace para la red VOIP con la red de telefonía analógica, se encarga de apropiar las señales de estas redes a VOIP y viceversa, cuenta con dos puertos de entrada y salida que son interfaces para conectar los teléfonos y la red PSTN.

e. Red IP, Es el medio por el cual se puede habilitar y conectar los dispositivos que serán utilizados entre dos puntos de una red de internet o de área local.

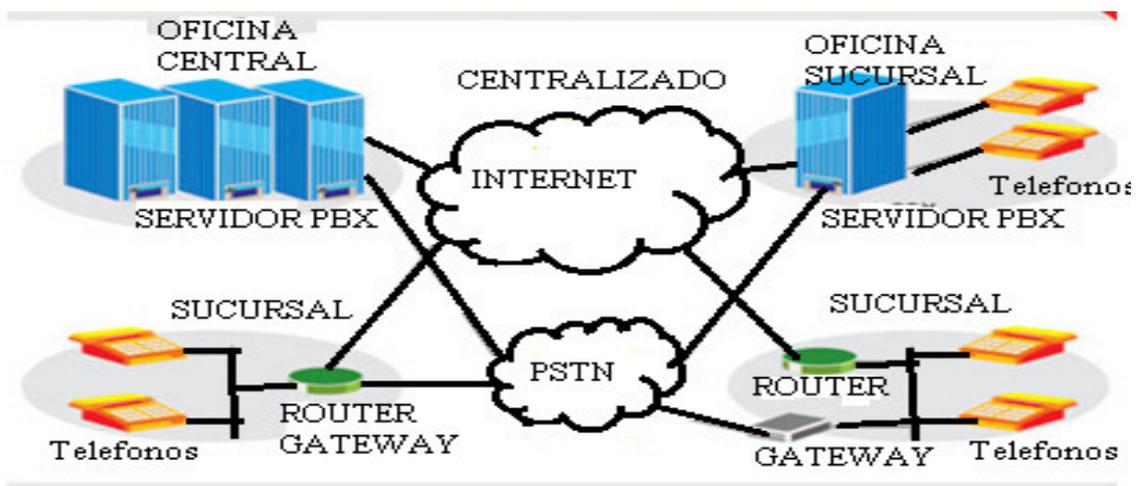


Figura N° 1: en la figura se muestra el funcionamiento de una arquitectura del sistema VOIP entre dos oficinas.

Fuente: seguridad en voz sobre redes de datos Flores, (2013), (p.70- 74).

En una arquitectura están asociados los protocolos RTP y SIP. Los cuales permiten el sentido con el cual la red será tratada entre dispositivos de control de llamadas. El propósito de esta solicitud es establecer las distintas llamadas en la dirección correcta o cualquier otro aspecto de administración de una llamada.

- **Central PBX**

Es una central privada automática de conmutación para aplicaciones telefónicas lleva como nombre PBX ya que se entiende que todas son automáticas, es un equipo que tiene control por software y proporciona funciones de conmutación a los usuarios que a ella están conectados; la central permite conmutar las llamadas internas sin necesidad de acceder a la red pública de conmutación. Actualmente existe una gran diversidad de modelos de centrales telefónicas de acuerdo a la necesidad, digitales semidigitales, híbridas o completamente IP, estas se encargan de enrutar las llamadas hasta su destino final mediante protocolos de transporte que usa el internet, para que se pueda realizar o establecer una llamada el usuario debe estar registrado en la central, una PBX utiliza un servidor con un software que realiza las tareas de control de las llamadas.

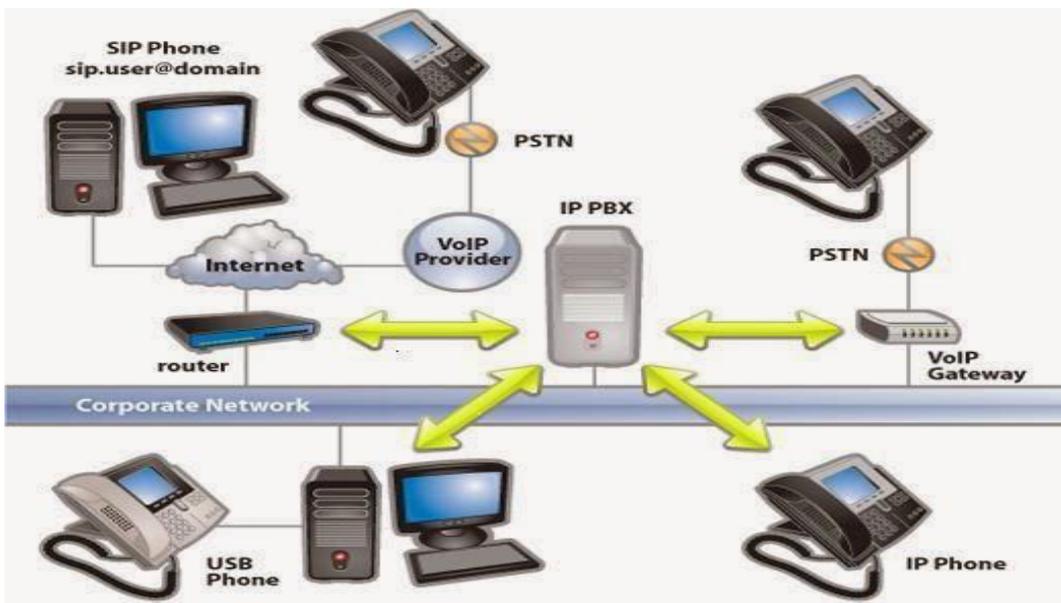


Figura N° 2: en la figura se muestra el funcionamiento del sistema Asterisk vs. Arquitectura PBX

Fuente: desarrollo de software PBX de VOIP con aplicaciones de reporte de llamadas, Agilar, (2013), (p.20).

- **Switch**

Es un dispositivo que permite interconectar varias divisiones de la red LAN, filtra el tráfico de la red a través de las direcciones MAC por lo que el switch tiene almacenadas tablas de direcciones MAC debido a que el filtrado de paquetes se realiza basándose en las direcciones MAC procesando rápidamente el tráfico de las redes.

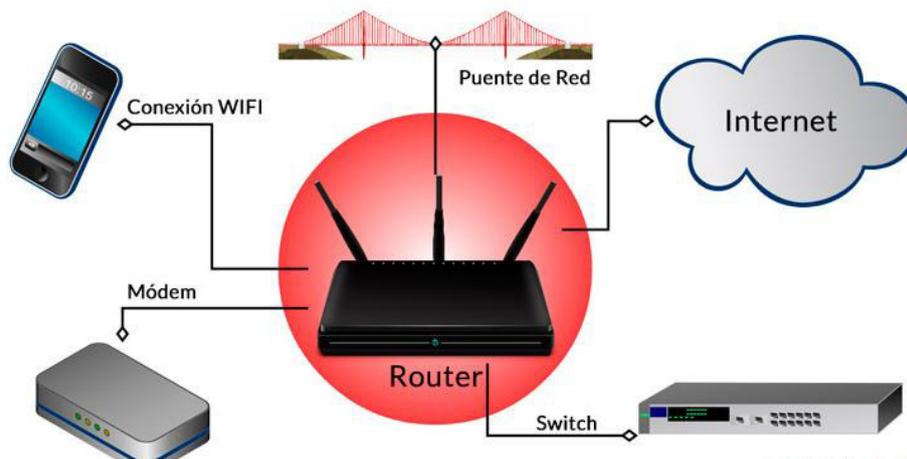


Figura N° 3: funcionamiento del switch con el router y el servidor.

Fuente: análisis e implementación de dos o más PBX bajo VOIP. Rojas, (2006).

- **Router**

Es un dispositivo que sirve para interconectar redes mediante los protocolos de Internet, el router comprueba las entradas en su tabla de direcciones donde se encuentra la dirección de subred y así podrá formalizar la ruta que viajará el paquete IP.

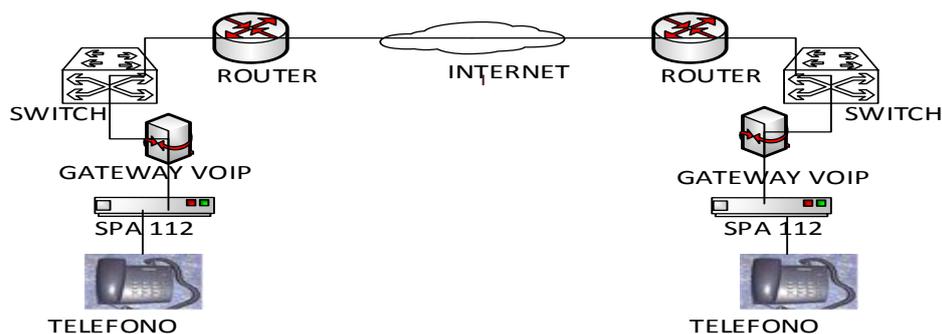


Figura: 4: en la figura se muestra el funcionamiento del router con el servidor y el internet

Fuente: elaboración propia.

2.2.2. Gateway de voz sobre IP

Los Gateway de VOIP proveen un acceso interrumpido a la red IP. Las llamadas de voz se digitalizan, codifican, comprimen, se empaquetan en un Gateway de origen y luego se descomprimen, codifican y rearman en el Gateway de destino. Los Gateway se interconectan con la PSTN según corresponda.

El procesamiento que realiza el Gateway de la cadena de audio que atraviesa una red IP es transparente para los usuarios, desde el punto de vista de la persona que llama, la experiencia es muy parecida a utilizar a utilizar una tarjeta telefónica de llamada, la persona que realiza la llamada ingresa a un Gateway por medio de un teléfono convencional y un número de acceso, una vez que fue autenticada la persona marca el número deseado y oye los tonos de llamadas habituales hasta que alguien responda del otro lado, tanto quien llama como quien responde, como si fuera una llamada telefónica convencional y típica.

El Gateway se encarga de conectar los teléfonos analógicos a la red IP, convirtiendo la señal de voz analógica en paquetes IP, que permite adaptar los teléfonos convencionales al lenguaje de voz IP y así poder comunicarse con los

teléfonos que se encuentren registrados dentro de la red VOIP, puede ser ubicado dentro de la red LAN; Los Gateway se interconectan con los RTC según corresponda, a fin de asegurar que la solución sea ubicua, es decir es un dispositivo que convierte el tráfico en IP, para líneas individuales y para PBX no homologadas, solo se conectará a la red de internet, se requiere de una centralita híbrida. Enrique, (2006), (p.33).

En la siguiente figura se muestra una figura con un adaptador Gateway.

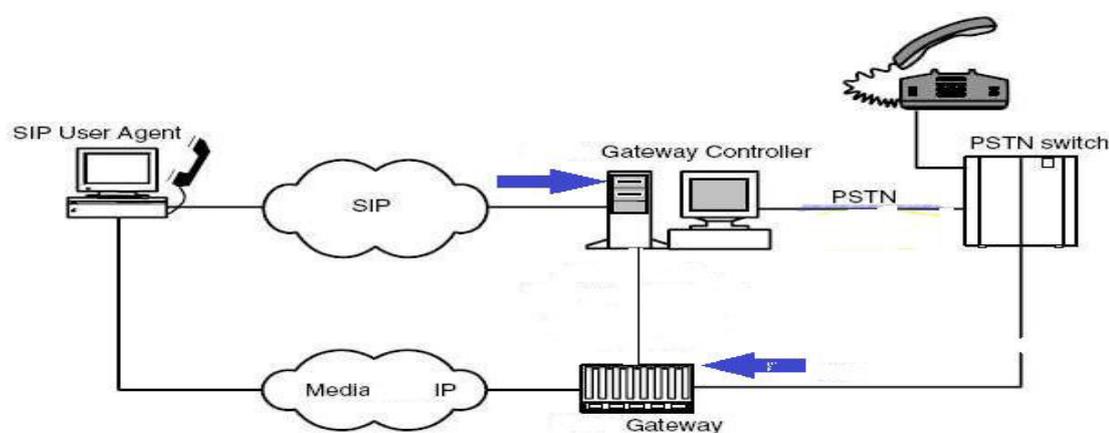


Figura N° 5: funcionamientos del protocolo SIP y el adaptador Gateway

Fuente: VOIP–Voz sobre IP. (www.cisco.com/web/), Rico, & Enrique, (1999). (p.33).



Figura. N°6: router utilizado como adaptador Gateway

Fuente: VOIP–Voz sobre IP. (www.cisco.com/web/), Rico, & Enrique, (1999). (p.34).

Ilustración: vista trasera y frontal de los Routers Cisco 1760 empleados como Media Gateway. Teóricamente los routers también se pueden utilizar como una versión de firmware adecuada, como media Gateway; esta configuración no ha

podido ser comprobada ya que la versión actualmente instalada en los router no dispone del módulo de VOIP.

- **Teléfono analógico**

En los sistemas de comunicaciones existen diferentes tipos de interfaces que son en las que el usuario se puede conectar, una de ellas es las extensiones analógicas.

- **Extensiones analógicas**

En las extensiones analógicas el extremo del usuario se puede enchufar al sistema a través de un cable telefónico, los teléfonos analógicos no cuentan con una pantalla donde se pueda navegar y ver la calibración del mismo sistema, estos aparatos necesitan de un código para tener acceso a múltiples beneficios del sistema, como conferencia de hasta tres personas; además un teléfono analógico cuenta con hardware que permiten la comunicación de llamadas telefónicas, para nuestro diseño conectaremos a un adaptador SPA 112, el mismo que estará conectado a un audio códec G.729, que estará conectado a través de un switch a la red IP.



Figura: N°7: modelo de un teléfono analógico.

Fuente: tarificación flexible de servicios en Internet. Ruiz, (2010).

2.2.3. Funcionamiento de la red VOIP

VOIP: voz sobre Protocolo e Internet, es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo IP (Protocolo de Internet). Morales, (2011). (p. 23).

Hace unos años atrás se descubrió que mandar una señal a un destino remoto también podía hacerse de manera digital, antes de enviarse la señal debía digitalizarse con un ADC (análogo digital converter) y transmitirla, en el extremo del destino transformarla de nuevo a formato análogo; VOIP funciona de esa manera digitalizando la voz en paquetes de datos para enviarlo a través de la red convirtiéndola a voz, básicamente el proceso de la señal comienza con la señal análoga del teléfono que se digitalizaba en señales PCM (pulse códec modulación) por medio del codificador/decodificador de voz (códec). Para desarrollar un sistema de comunicación en tiempo real es uno de los más importantes que vamos a tomar en cuenta, para desarrollar un sistema de comunicación en tiempo real vamos a tomar en cuenta el contraste y los beneficios que se puede obtener en una sola red, por lo que en una misma red se va a convivir con paquetes de voz y de datos y el tratamiento de estos nunca es el mismo; factores como el retardo y la estabilidad para soluciones de correo no presentan ningún problema. Para una conversación de buena calidad, se debe considerar algunos elementos que detallaremos a continuación; optimizar el ancho de banda, controlar las fluctuaciones de la red (jitter), minimizar la latencia, así como también las causas por las cuales la comunicación no se realiza de manera autentica, en este caso la red de internet que es el medio de transporte. Para calcular el ancho de banda de cada una de las llamadas, como se sabe la longitud de cada paquete IP es un total de $2^{16} = 65536$ bits; para nuestro diseño

utilizaremos un códec G.729 para la compresión de audio, como se puede señalar la voz se digitaliza en tramas de PCM y después pasa al algoritmo de compresión en intervalos de tiempo.

Dependiendo de la forma en que la red este configurada en enrutador o el Gateway puede realizar la labor de codificación decodificación y/o compresión. De León Mendoza, (2010), (p.36).

En otros ejemplos, podemos observar cuando un sistema es utilizado para transmitir voz analógica, por defecto el encargado enrutar todas las funciones es el Gateway; la central PBX puede ser analógica o digital ya que su función es codificar y decodificar, en este caso el enrutador es el encargado de procesar las muestras PCM que le ha enviado el PBX. Guanga, (2013), (p.30).

Una vez que la llamada ha sido establecida, la voz será digitalizada y entonces transmitida a través de la red en tramas IP; las muestras de voz son primero encapsulado en RTP (protocolo de transporte en tiempo real) y luego en UDP (protocolo de datagrama de usuario) antes de ser transmitidas en una trama IP. Hernández (2004).

2.2.4. Arquitectura de protocolos de la red VOIP

Veremos el contraste que existe entre los protocolos de señalización (H.323, SIP) y los protocolos RTP, UDP que son utilizados para el transporte de datos; en el desarrollo de este trabajo explicaremos detalladamente cómo funcionan estos protocolos con sus respectivas restricciones más resaltantes, también haremos una revisión minuciosa con respecto a los distintos códec que se han utilizado para comprimir el audio para luego ser transportados, códec se define de las

consonantes abreviadas de codificador/decodificador señales de voz que significa cambiar una señal de voz a paquetes de datos de tal manera para que pueda viajar por la red de internet en este caso la red IP.

La Unidad Internacional de Telecomunicaciones UIT, recomienda que para la señalización H.323; este protocolo se encarga de los mensajes y procedimientos establecidos en una comunicación. Alarcón, (2013).

2.2.5. Ancho de banda necesario para el sistema VOIP.

Para establecer un sistema de comunicación entre dos puntos es necesario saber la capacidad del medio por el cual se va a enviar la información, para ello vamos a utilizar algunos componentes que nos ayudará a comprimir los paquetes de datos como la elección un códec de alta compresión de voz y audio.

- **Protocolo SIP**

Este protocolo es utilizado por la red de internet, que se utiliza para la señalización y control, también puede ser utilizado para telefonía o videoconferencia sobre las redes IP, se puede decir que es un protocolo accesible y resistente, su naturalidad facilidad de poder escalar e incorporarse con otras diligencias, le ha dado confiabilidad de estandarizarse dentro de la telefonía VOIP.

También podemos decir que es un protocolo que va a controlar y terminar de las sesiones de comunicación; a esto mismo se le conoce como el inicio de llamadas entre dos usuarios, luego de establecerse la comunicación trabaja el protocolo RTP que es el encargado del contenido de la voz y de los paquetes que se van a transportar.

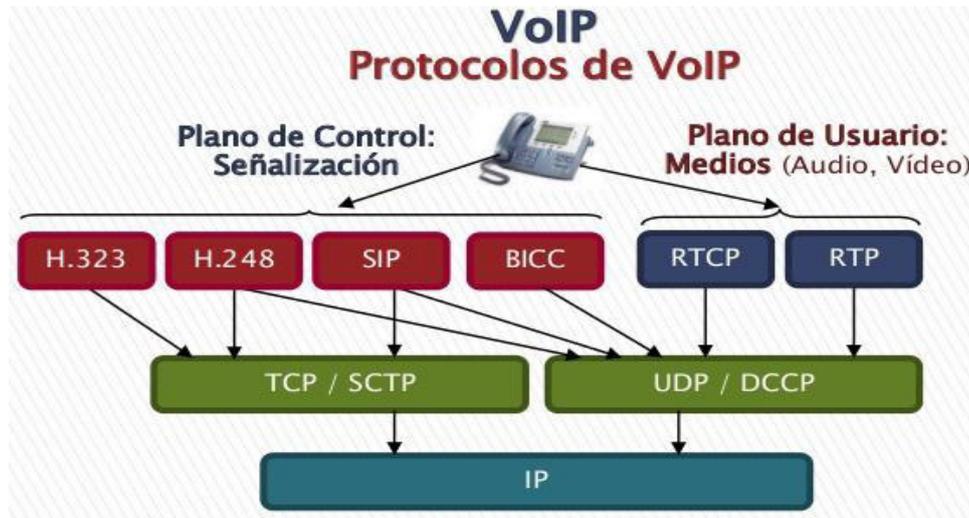


Figura: N°8: se muestra el funcionamiento de la señalización SIP y (RTP), las señales no viajan por el mismo camino.

Fuente: Asterisk-The Open Source PBX. Vega, (2008).

- **Protocolo RTP.**

Para el protocolo RTP hay varios tipos de flujos de tráfico como podemos mencionar son: audio, datos, video, control de comunicaciones y control de llamadas; para controlar la señalización e intercambiar las posibilidades de la comunicación, es necesario verificar el códec y formar canales multimedia.

Tabla: N° 3: en la figura se muestra un ejemplo de encapsulación.

PPP	IP	UDP	RTP	Voice samples	FCS
4	20	8	12	Dep.códec	2 octets
ETH	IP	UDP	RTP	Voice samples	FCS
14	20	8	12	Dep.Códec	4 octets

Fuente: Méndez (2014).

- **Digitalización de la voz.**

Consiste en la conversión análoga- digital donde básicamente es ejecutar de manera habitual algunas medidas de la amplitud de la señal y traducirlas a un lenguaje numérico. Podemos definir que en este procesos intervienen la conversión análoga digital, como son: muestreo, cuantificación y codificación.

- **Muestreo:**

La forma como se puede obtener señales de muestras de amplitud de una onda es tomando el tiempo en muestras por segundo

- **Cuantificación:**

Cuantificar es pasar un proceso de muestras de extensión a otra, es decir a través de un proceso de cambio de valores en espacios reservados.

- **Codificación:**

Consiste en traducir los valores obtenidos después de cuantificar una señal al código binario, se debe tomar en cuenta que el código binario es el más utilizado, pero también existen otros tipos de códigos que se utilizan durante el muestreo.

Como se mencionaba anteriormente la voz y los datos se integran en uno solo reduciendo así los costos tanto en la parte física como en la parte lógica, en el pasado las conversiones de VOIP solían ser de baja calidad, esto se vio superado por la tecnología actual y la proliferación de conexiones de banda ancha; las operadoras de telefonía convencional utilizan los servicios de VOIP para transmitir llamadas de larga distancia y de esta forma reducir costos, con el avance de la tecnología se puede asegurar que en el futuro ya no se utilizará la telefonía

convencional, esto indica que serán reemplazadas por la telefonía IP. Rojas, (2006).

- **Como digitalizar la voz.**

La tecnología de Voz sobre IP (VOIP) da un nuevo giro para ahorrar centavos electrónicos en largas distancias, el concepto es simple; se utiliza la infraestructura de red IP existente para transmitir llamadas telefónicas, evitando así cargos de larga distancia por minuto. Consiste en la conversión analógica-digital donde básicamente es realizar de forma periódica medidas de la amplitud de la señal y traducirlas a un lenguaje numérico. Rojas, (2006).

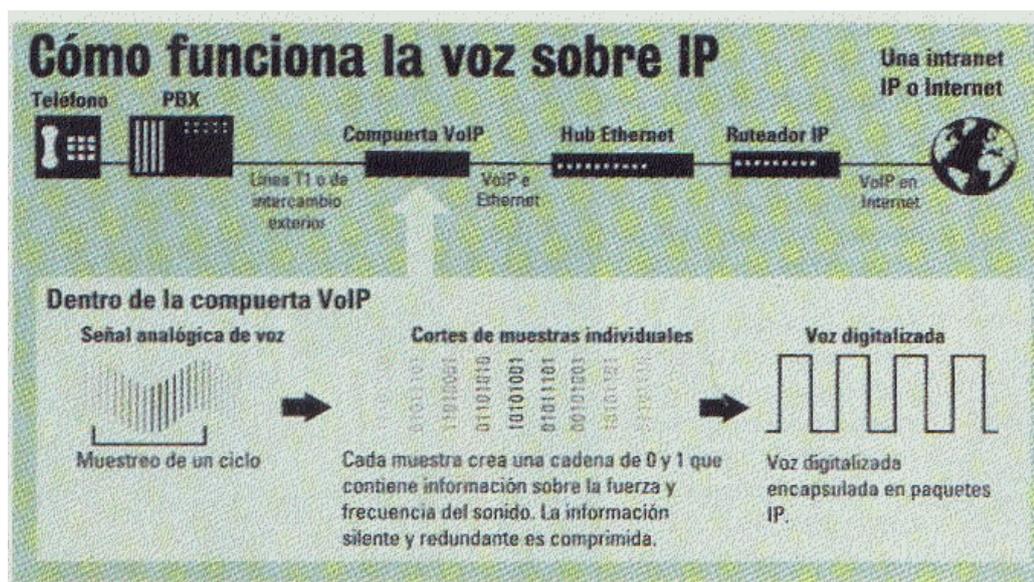


Figura: N°9: se muestra el proceso de digitalización de la voz

Fuente: Voz y telefonía sobre IP. Joskowicz, (2009).

La mejor implementación de la tecnología VOIP, esta es una forma de compuertas de digitalización de la voz; en estos dispositivos de hardware se digitalizan las señales analógicas del teléfono, comprimen la información y se cargan en

paquetes IP, luego dirigen los paquetes a una compuerta de destino de la llamada para enviarlos de nuevo sobre una red IP, a través de internet hasta alcanzar el destino.

- **Cálculos de medio de transporte para el sistema VOIP.**

Como ya es de nuestro conocimiento que si necesitamos enviar datos a través de las redes de internet tenemos que armar y enviarlo en paquetes, por lo tanto, esto va a generar una sobrecarga en la transmisión de paquetes, como ya hemos podido ver anteriormente que si queremos enviar datos por la red de internet tenemos que utilizar los protocolos RTP, UDP y SIP. Joskowicz, (2009).

Esto nos lleva a deducir que el ancho de banda requerido tiene que ser adecuado por tal motivo nos hemos visto en la obligación de hacer ciertos cálculos de ancho de banda incluyendo los mismos protocolos, a continuación se muestra un ejemplo con un ancho de banda de 20 ms de voz y audio, donde finalmente se obtiene 160 bytes de voz por trama.

Bytes de voz/trama = $64 \text{ kb/s} * 20 \text{ ms} / 8 = 160 \text{ bytes}$.

Es una forma de calcular el paquete IP, además, se debe incluir los protocolos RTP y UDP que van a sumar un total de 40 bytes adicionales, el cual se formula de la siguiente manera:

Formulación de cálculo del ancho de banda IP = $160 + 40 = 200 \text{ bytes}$.

Para que finalmente nos pueda salir un cálculo final agregamos 26 bytes que son de la trama de Ethernet.

Entonces tendríamos que la trama de Ethernet = $200 + 26 = 226 \text{ bytes}$.

Con este ejemplo podemos observar que cada 20 ms se generan 226 bytes que son enviados por LAN equivalente a un ancho de banda de: $\frac{(226 \frac{kb}{s})(8 \frac{m}{s})}{20} = 90.4 kbps$.
 Joskowicz, (2009).

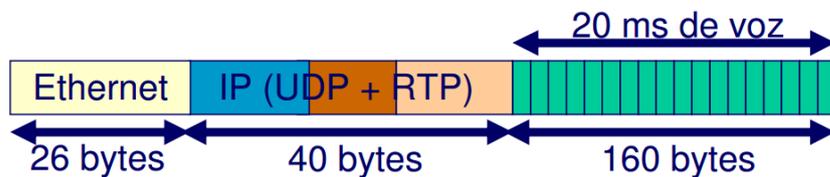


Figura: N° 10: en la figura se muestra la suma de bytes para el tráfico de voz
 Fuente: *Voz, video y telefonía sobre IP*, Facultad de Ingeniería. Joskowicz, J. (2009).

(RTP), es un protocolo de transporte en tiempo real; es de mucha utilidad en diferentes redes de comunicaciones y transmisión de datos, por ser confiable garantizando una transferencia de datos sin errores en comparación a otros protocolos como es el caso de TCP/IP no garantiza que los paquetes lleguen en forma ordenada a su destino (en tiempo real) lo que causa problemas para voz y video; para evitar este efecto la IETF ha puesto el protocolo denominado RTP que facilita las comunicaciones multimedia el cual suministra y entrega los paquetes ya sea de audio o video en tiempo real. Teniendo en cuenta si H.323 se ha utilizado para transportar datos sobre redes basadas en IP, RTP, para transportar datos y servicios de multiplicación y confirmación se utiliza el protocolo UDP; UDP junto a RTP, proveen la funcionalidad de un protocolo de transporte; por otro lado, RTP provee una identificación del tipo de carga y verificación de la entrega de paquetes. Hernández, (2004), (p.5).

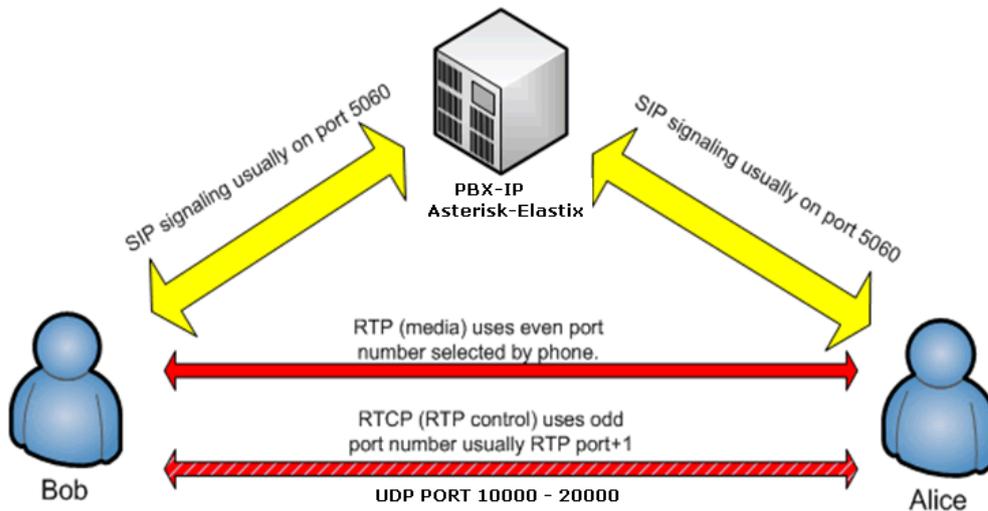


Figura: N° 11: se muestra el funcionamiento del protocolo RTP y UDP para el transporte de datos.

Fuente: VoIP Performance Management. AHMED, (2011), (P.17).

- **Problemas comunes en las redes VOIP**

La extensión de una Infraestructura VOIP introduce un nuevo conjunto de desafíos que no existen en las redes de conmutación de circuitos como la PSTN. Algunos de los problemas de red comunes encontrados por los proveedores de VOIP es al implementan una subestructura, estos problemas pueden afectar a la calidad del servicio de voz y el resultado en una experiencia de usuario pobre cuando los paquetes de voz sean enviados como se muestra en la estructura IP, categorizando el tipo de problemas de calidad de voz comprobados por los usuarios, muestran sus causas asociadas a los problemas de calidad de voz. Antes de continuar, explicaremos el significado y la correlación de las cuestiones mencionadas anteriormente y su calidad de voz.

- **Retardo / latencia**

Retardo o latencia en el sistema de voz y datos por IP, se conoce como la duración o el tiempo que se demora la voz desde que parte del emisor hasta los altavoces y llegar finalmente a su destino que es el usuario, existen varios tipos de retardo en las redes de voz que muy difícil se pueden separar.

El retardo de propagación es causada por la duración de una señal debe viajar a través de la luz en lo que es fibra o impulso eléctrico, en redes basadas en cobre. Retardo de procesamiento define muchas causas diferentes de retardo (paquetización real, compresión y swiching de paquetes) y es causada por los dispositivos que envía la trama por medio de la red. Se produce un retraso de serialización al final de cada llamada, es la cantidad de tiempo que se necesita para colocar realmente la voz el paquete en una interfaz Retardo de propagación

La luz viaja a través del vacío a una velocidad de 186.000 millas por segundo, y los electrones viajan a través de cobre o de fibra de aproximadamente 125,000 millas por segundo, una red de fibra que se extiende al otro lado del mundo (13.000 millas) induce un retraso de un camino de unos 70 ms a pesar de este retraso es casi imperceptible para los demoras de propagación del oído humano en conjunción con los retrasos en el procesamiento del habla puede causar la degradación aceptable. Alfonzo, (2008).

- **Retraso de procesamiento**

Como se mencionó anteriormente, los dispositivos que envía la trama a través de la red provocan un retardo de procesamiento. Estos retrasos en el procesamiento de datos pueden afectar los paquetes tradicionales que se van a enviar. En esta sección, se discute los diferentes retardos de procesamiento y se describe cómo

afectan a la calidad de voz. El tiempo empleado por el DSP (procesador de señal digital) para comprimir un bloque de muestras PCM se llama compresión o codificador demora. El tiempo de compresión para un código algebraico estructura conjugada salió de predicción lineal de proceso (CS-ACELP) varía de 2,5 ms a la base 10 ms en la carga del procesador DSP. Si el DSP se carga con una sola voz el retraso codificador es 2,5 ms. En el producto de VoIP de Cisco IOS el DSP procesador de señal digital puede generar un discurso sencillo cada 10 ms cuando se utiliza G.729. Dos de estas muestras de voz tanto con 10 ms datos de voz que provoca un retraso) se colocan entonces dentro de un paquete. El retardo de paquetes es, por lo tanto, 20 ms. Un Look-inicial por delante de 5 ms se produce al utilizar G.729 que da un retraso inicial de 25 ms para la primera trama de voz. El algoritmo se basa en compresión características de la voz conocida para procesar correctamente algoritmo simple el bloque N debe tener algún conocimiento de lo que es en el bloque N + 1 para reproducir con precisión sencilla de la luz verde también es conocido como el retardo algorítmico.

En el ejemplo anterior, G.729 utiliza muestras de voz de 10 ms, cada aumento en las muestras por trama plantea el retraso de 10 ms, de hecho, Cisco permite a los usuarios elegir el número de ejemplos a poner en cada cuadro.

- **Serialización / cola de retardo**

Como se mencionó anteriormente, la recomendación UIT-T G.114 especifica que para una buena calidad de voz, de extremo a extremo retraso debe ocurrir no más de 150 ms de una sola vía. Con la aplicación VoIP de Cisco de hoy, dos routers con retardo mínimo en la red (espalda con espalda) introducir o requerir solamente cerca de 60 ms de extremo a extremo demora.

Los datos pueden tolerar un paquete retransmitido. Pero la retransmisión de un paquete que contiene el tráfico de voz (RTP) no es una opción debido a que los paquetes pueden llegar al destino fuera de orden y con un retraso excesivo. El tráfico de voz puede tolerar una pequeña cantidad de paquetes como la brecha en la voz no es perceptible para el oído humano. Alfonzo, (2008).

- **Detección de actividad de voz (VAD)**

En las conversaciones de voz normales alguien habla y la otra persona escucha. Las redes de peaje de hoy contienen canales bidireccionales de 64.000 bps (bits por segundo) independientemente de si alguien está hablando. Esto significa que en una conversación normal, al menos, 50 por ciento de la anchura de banda total se desperdicia. La cantidad de desperdicio de banda en realidad puede ser mucho mayor si se toma una muestra estadística de los descansos y pausas en una persona con patrones de voz normales.

Cuando se utiliza VOIP se puede utilizar un desperdicio de ancho de banda para otros fines cuando VAD está activado funciona detectando la magnitud de expresión en decibelios (dB) y la decisión de cuándo cortar la voz al transmitir.

- **Componentes de una red VOIP.**

Uno de los beneficios de las redes de voz fueron construidas usando una arquitectura centralizada o distribuida, esta flexibilidad permite a las compañías construir redes caracterizadas por una administración simplificada en innovación dependiendo del protocolo usado.

- **Protocolo SIP.**

Este se utiliza para el inicio de sesión como puede ser una llamada, su diseño nos facilita poder implementar una buena comunicación por su gran escalabilidad y por ser flexible; al momento de establecer una llamada entre dos usuarios, aunque estas pueden ser de diferentes como por ejemplo tanto para el audio como para video dependiendo de los formatos que se estén utilizando; también podemos afirmar que el protocolo SIP es el complemento de otros protocolos, uno de ellos es el protocolo SDP (sesión Descripción Protocolo), este protocolo se utiliza para el inicio de sesión multimedia RTP/RTCP, (Protocol Control Real Time), por lo que se puede utilizar en el envío de datos en tiempo real; este protocolo también está ligado al protocolo SIP, los distribuidores de la arquitectura VOIP distribuida apoyan a este modelo por su flexibilidad para añadir inteligencia a cualquier dispositivo de control de llamadas dependiendo de los requerimientos tecnológicos y comerciales. Alarcón, (2013), (p39).

Existen tres clases lógicas de servidores SIP, un servidor puede tener una o más de estas clases que son las siguientes:

- a) **Servidor de redirección:** reencamina las peticiones que recibe hacia el próximo servidor.
- b) **Servidor Proxy:** corren un programa intermediario que actúa tanto de servidor como de cliente para poder establecer llamadas entre los usuarios.
- c) **Servidor de registro:** hace la correspondencia entre las direcciones SIP y direcciones IP, este servidor solo acepta mensajes register lo que facilita la localización de los usuarios, pues el usuario donde se encuentre siempre tiene que registrarse en el servidor.

Se define dos tipos de mensajes SIP. Uno de peticiones y otro de respuestas.

1. Peticiones SIP. Se define 06 métodos básicos.

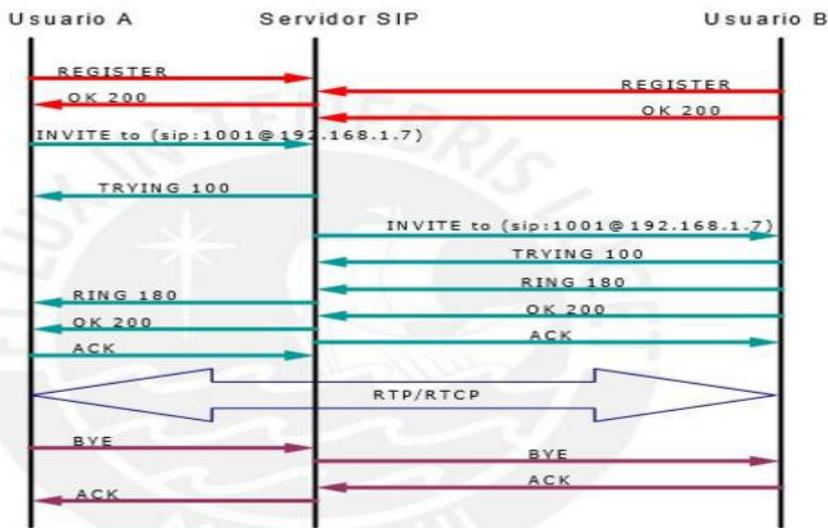
- a) INVITE: permite invitar a un usuario a participar en una sesión o para modificar parámetros de una sesión ya existente.
- b) ACK: confirma el establecimiento de la sesión
- c) OPTION: solicita información de algún servidor en particular.
- d) BYE: indica término de una sesión.
- e) CANCEL: cancela una petición pendiente.
- f) REGISTER: registra el agente de usuario.

2. Respuestas SIP: existen también mensajes SIP como respuesta a las peticiones, existen 6 tipos de respuestas que se diferencian por el primer dígito de su código; estas son las siguientes:

- a) 1XX: mensajes provisionales.
- b) 2XX: respuestas de éxito.
- c) 3XX: respuesta de dirección.
- d) 4XX: respuestas de fallas de métodos.
- e) 5XX: respuestas de fallas de servidor.
- f) 6XX: respuestas de fallas globales.

El funcionamiento de estos mensajes se pueden observar en el ejemplo de una comunicación entre dos abonados.

Tabla: N° 4: se observa el intercambio de mensajes en el protocolo SIP.



Fuente: Alarcón, (2013), (P.39).

En la figura, podemos observar la forma en que se intercambian los mensajes de paquetes de datos desde un punto a otro, el servidor que en esta etapa actúa como servidor de registro.

El envío de mensajes se realiza al momento de iniciar la conversación entre dos usuarios como se puede observar en la tabla anterior el usuario A (llamante) le manda un invite al usuario B (llamado), el servidor es el encargado de realizar el direccionamiento de la llamada, hasta lograr que al final la conversación se establezca entre ambos usuarios confirmado a través de la recepción de mensajes.

Al momento que la comunicación se establece el protocolo RTP es el encargado de llevar los paquetes desde un usuario hasta otro.

Al término de la comunicación cualquiera de los usuarios debe enviar un mensaje con la siguiente frase "BYE", este mensaje, el servidor lo enviará hasta

el otro usuario, para que se confirme el final de la conversa. El mensaje de finalización lo puede realizar uno de los dos usuarios. Quintana, (2009), (p. 13).

En la estructura de las redes de telefonía cada llamada debe tener un cable dedicado yendo de una punta a otra durante la comunicación y el tiempo que dure, cuando una persona realiza una llamada en distintos lugares muy alejados se tendría que conectar los cables a lo largo del recorrido y la llamada sería más costosa porque las llamadas a larga distancia son caras. Hoy en día las comunicaciones telefónicas son más eficientes y cuestan menos por que las voces son digitalizadas y pueden viajar junto con otras señales ya sea por cable o fibra óptica; las llamadas son transmitidas a una calidad de 64kbs en un total de 128kbps 64kbps de ida y 64kbps de vuelta. Martin, (2014), (p.29).

2.3. Marco Metodológico

2.3.1. Protocolos de transporte. RTP

El protocolo de transporte RTP, es utilizado dentro de la red IP, su confiabilidad le permite transmitir información en tiempo real como puede ser paquetes de correo, de audio o video conferencia.

2.3.2. Protocolo RTCP

Este protocolo tiene como función repetir la transmisión controlando así todos los paquetes que son enviados mediante la misma categoría de transmisión, es superior al protocolo UDP, tiene la particularidad de multiplexar los paquetes de

datos que son enviados por el protocolo RTP. Los paquetes que son enviados por el protocolo RTCP, guardan información necesaria para ser controlados al momento de ser enviados, tiene algo parecido al proceso de envío de los paquetes RTP.

2.3.3. Protocolos de señalización TCP

Transmisión Control Protocol (en español Protocolo de Control de Transmisión) este protocolo garantiza que los datos serán entregados en su destino sin errores y en el mismo orden en que se transmitieron.

2.3.4. UDP, (user datagrama protocol).

Es un producto de nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas (Encapsulado de capa 4 Modelo OSI). Permite el envío de datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión.

2.3.5. Protocolo de inicio de sesión SIP

Es Protocolo de Inicio de Sesiones, desarrollado por el grupo de trabajo MMUSIC del IETF con la intención de ser el estándar para la iniciación, modificación y finalización de sesiones interactivas de usuario donde intervienen elementos multimedia como el video, voz, mensajería instantánea, juegos en línea y realidad virtual. Palomo, (2014), (p.18).

2.3.6. Elementos para el sistema VOIP

- **PBX**; Private branch Exchange, ramal privado de conmutación es un conmutador de telefonía que permite enrutar llamadas de un usuario a otro.

- **PSTN**; Public Switched telephone network - llamada también red telefónica conmutada (RTC) como el conjunto de elementos constituido por todos los medios de transmisión y conmutación necesarios para enlazar a voluntad dos equipos terminales. Méndez, (2014), (p.22).
- **GATEWAYS**; Una pasarela o puerta de enlace (del inglés Gateway) es un dispositivo, con frecuencia una computadora, que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas contrarias a todos los niveles de comunicación; es un elemento especial en la mayoría de las redes su misión es juntar la red VOIP con la red telefónica analógica, también contiene una o más interfaces como FXO, para conexión a extensión de centralitas a la red telefónica y FXS, para enlaces de centralitas a teléfonos analógicos. Morales, (2011).
- **Telefonía IP**; La telefonía IP se puede determinar como un conjunto de técnicas que se puede acceder a la red de internet debido a que se basa en los protocolos IP, el transporte de voz y datos a través de la red, en términos generales se podría decir que es tener afinidad a la red IP, en un concepto más a fondo deduciríamos que es de combinación todas las comunicaciones tanto de voz, datos, video, etc. Morales, (2011), (p.34).

2.3.7. Problemas en una red VOIP.

- **Latencia**; A este fenómeno también se le conoce como lentitud, es decir, no es un problema determinado en las redes; sin embargo, la combinación de la señal VOIP es un problema que se ha venido observando en el envío de datos a largas distancias, como por ejemplo los enlaces satelitales por los recorridos elevados que debe hacer la comunicación la información se demora en llegar desde una fuente hasta un punto destino. (Alfonzo, 2008).

- **El jitter;** se puede definir la variación de la señal en el tiempo que tarda desde un punto a otro, se dice que las señales que viajan a través del tiempo se distorsionan tanto por el recorrido que estas hacen y por algunos obstáculos o tráfico, si necesitamos enviar paquetes de datos a través de la red de internet tenemos que utilizar un buffer para que se encargue de almacenar los paquetes en un lugar según el orden de llegada para que luego los pueda enviar en forma prolongada, en tal sentido que los paquetes lleguen al usuario final sin dificultades ni distorsión de datos al momento de descargarlos. Alfonzo, (2008), (p.36).

CAPÍTULO III DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS

3.1. Investigar el sistema actual de comunicación

3.1.1. Mediante qué sistema están interconectadas las oficinas

La oficina central de la empresa Samsung se encuentra ubicada en Av. Rivera Navarrete 601 en el Distrito de San Isidro y la sucursal se encuentra ubicada en la Av. Aramburú 866 del distrito de Surquillo; actualmente se encuentran interconectadas por fibra óptica, pero no cuenta con servicios de teléfono por nueva apertura de local y los elevados costos de inscripción a una línea telefónica, todo esto ha ocasionado retardos de comunicación entre la oficina central y sucursal, el problema evidente de no contar con un sistema de comunicación eficiente y en tiempo real ha ocasionado la demora en la entrega inmediata de productos a los clientes, casando reclamos y denuncias a indecopi (defensa del consumidor), además la repercusión negativa pes la empresa pierde credibilidad, pagos a realizarse por las multas generados por pérdida de información; por lo tanto gastos innecesarios que la empresa debe realizar pudiéndose solucionar.

La red de fibra óptica instalada entre la oficina central y sucursal se está utilizando para los servicios de internet wi-fi, correo electrónico; la red se encuentra distribuida de la siguiente manera, se usa un decodificador digital con un ancho de banda de 6 Mbps, distribuidos de la siguiente manera 4 Mbps para transferencia de datos el resto se usan para descargar subir archivos o para congestión en la descarga de archivo.

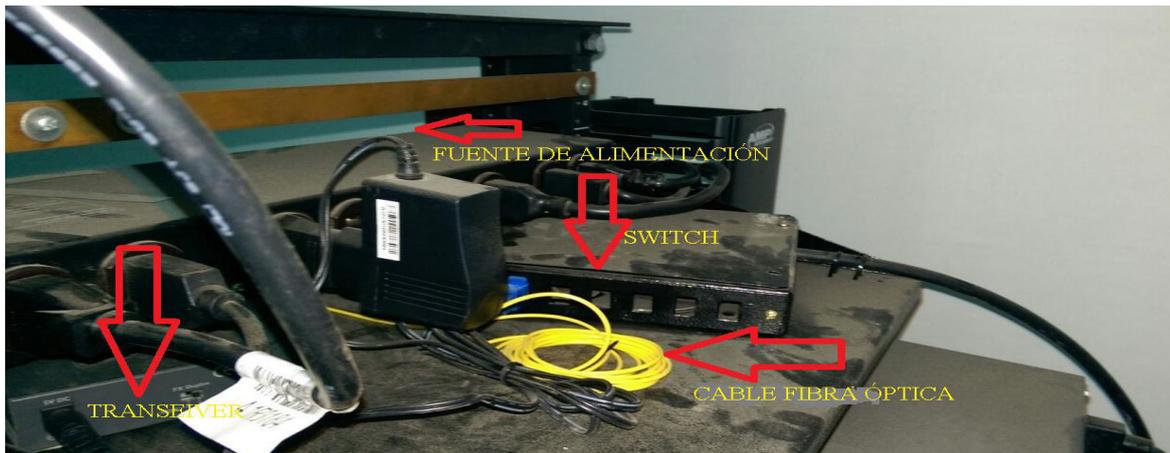


Figura N° 12: se muestra las conexiones parte posterior de red de fibra óptica en la oficina sucursal.
Fuente: elaboración propia.

En la figura mostrada anteriormente, se observa cómo están interconectadas las oficinas a través de fibra óptica; en la siguiente figura se muestra la parte frontal de conexión del SWITCH de llegada de la fibra óptica, convertidor de señal óptica a eléctrica (transeiver) y la salida a través de un cable UTP hacia el Router.

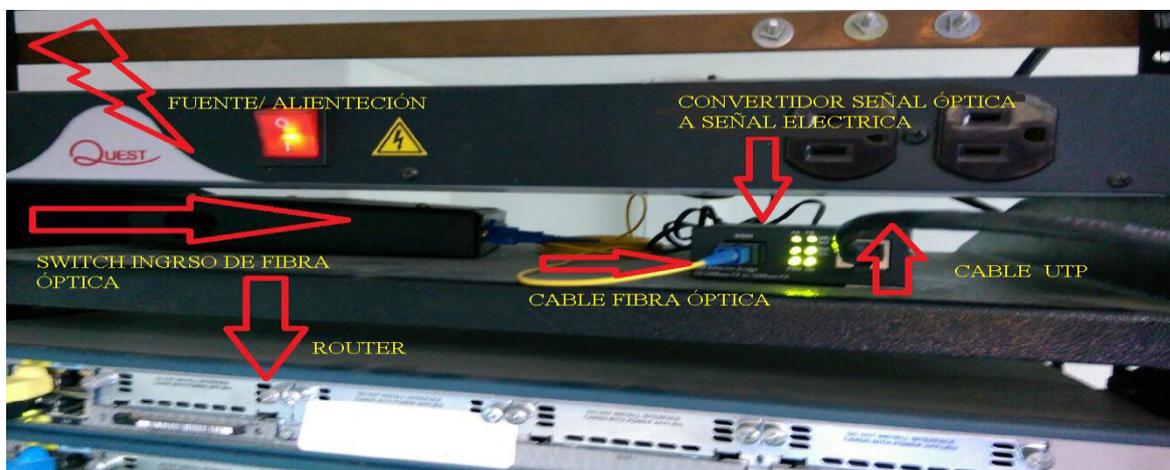


Figura N° 13: se muestra las conexiones parte frontal de la red de fibra óptica en la oficina sucursal.
Fuente: elaboración propia.

El cable UTP que sale del convertidor de fibra óptica va conectado a un switch marca HP modelo 1910-8G y luego alimenta los patch coord. En la imagen se puede observar cómo llega la señal a través del cable UTP y sale a los gabinetes.



Figura: N° 14: se puede observar la llegada de señal de cable de red al Switch HP A5120 y la salida a los gabinetes.

Fuente: elaboración propia, foto tomada en la oficina sucursal.

La señal de red sale a los gabinetes y reparte a las computadoras, como se puede observar la red se distribuye de esa manera, por la cual también estará viajando la señal del sistema de telefonía VOIP.



Figura: N° 15: se observa parte frontal, trasera y las conexiones del gabinete.

Fuente: elaboración propia foto tomada en la misma oficina.

3.2. Establecer los requerimientos técnicos

Los requerimientos técnicos para desarrollar un sistema de comunicación en tiempo real es uno de los más importantes que hemos tomado en cuenta, dentro de ello está los múltiples beneficios de telefonía IP que son los beneficios de la red, es así como se puede enviar por una misma red paquetes de voz y de datos y el tratamiento de estos nunca es el mismo; factores como el retardo y la estabilidad para soluciones de correo no presentan ningún problema.

Para una conversación de buena calidad, hemos considerado algunos elementos que detallaremos a continuación; para optimizar el ancho de banda, controlar las fluctuaciones de la red (jitter), minimizar la latencia; en nuestro diseño utilizaremos un códec G.729 para la compresión de audio, como se puede señalar la voz se digitaliza en tramas de PCM y después pasa al algoritmo de compresión en intervalos de tiempo. Al enviar un paquete Ethernet necesitamos calcular el ancho de banda de los protocolos SIP, IP, UDP, RTP.

Tabla N°5: se muestra una tabla comparativa de los códec G.729 y G.711.

Tipo de códec	Duración de trama	Bytes de voz de trama	Bytes de paquetes IP	Bytes de trama Ethernet	Ancho de banda LAN(kb/s)
G.711(64 kb/s)	20 ms	160	200	226	90.4
G.729(8kb/s)	10 ms	10	50	76	60.8

Fuente: elaboración propia.

Necesitamos saber la capacidad del canal que vamos a enviar los paquetes de voz, para esto utilizamos la siguiente fórmula y con las características del códec G.729 que estamos utilizando en nuestro sistema.

Bytes de voz/trama, utilizamos la siguiente fórmula. $\frac{(8\frac{kb}{s})(8b)(10)(50)}{1000} = 32\text{ kbps}$

Los protocolos RTP y UDP tienen por característica 40 bytes los cuales se suman para que al final se reemplace y quede como en la siguiente ecuación:

$$VTX = \left(\frac{(20 + 12 + 8 + 20 + 18) \times 8 \text{ [Bits]}}{1000} \right) \times 50 \text{ [pps]} \dots$$

En nuestro sistema de telefonía VOIP cada 10 ms se genera 50 paquetes, este es el ancho de banda que necesitamos para enviar los paquetes IP cada vez que realizamos una llamada por la red LAN siendo un total de 32kb/s.

a) **Retardo;** En el desarrollo de nuestro sistema de telefonía VOIP, hemos considerado la calidad de internet, para poder brindar un buen servicio, al enviar voz por la red de Ethernet como se sabe no solo viajarán paquetes de voz sino también paquetes de correo electrónico y la congestión en la red será mayor esto hará variar, habrá demoras y pérdidas de sincronización por cambios dinámicos en las rutas, vamos a tener en cuenta los valores recomendados para la transmisión entre un punto inicial y final. Nuestra conexión será solamente de 2 km, si se presentara el problema de retardo podríamos aumentar el ancho de banda y la velocidad del enlace para priorizar el tráfico de los paquetes de voz que se transmiten dentro de la red.

Tabla N°6: se muestra el algoritmo de compresión y de demora típica de los códec G.729 y G.711.

Algoritmo de muestreo/ compresión	Demora típica introducida
G.711 (64 kb/s)	125 μ s
G.729 (8 kb/s)	10 ms

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se muestran una tabla comparativa de los valores que indican las clases de calidad de interactividad en una conversación telefónica.

Tabla N°7: clases de retardo según recomendaciones de ITU. Serie H.248.

Clase N.	Retardo en cada observaciones sentido (ms)	
1	De 1 a 150ms	Aceptable para la mayoría de conversaciones; solo algunas funciones altamente interactivas pueden presentar degradación.
5	De 150 a 300	Aceptable para las llamadas de baja interactividad.
8	De 300 a 700	Prácticamente una llamada semiduplex.
10	Más de 700	Inútil llamantes habituados a conversar en semiduplex (ejercicio).

Fuente: reglamento UIT, artículo 11 G.107 y G.108 describe las categorías de calidad de transmisión vocal.

b) **Latencia;** La latencia son retardos acumulados en los envíos de los paquetes, se dan por tanto procesamiento como por compresión vocal, para nuestro diseño vamos a tener en cuenta los parámetros y recomendaciones establecidas por la UIT, la cual nos indica que la latencia entre un punto inicial y final debe ser inferior a 150 ms descrito en la serie G.107, y la serie H.248; debido a que el oído humano es capaz de detectar latencias hasta de 150 ms sin dificultades.

c) **Jitter;** Se produce por congestiones las redes, estos efectos pueden ser reducidos priorizando el tráfico de la voz a los datos, en nuestro sistema de telefonía VOIP estamos utilizando el códec G. 729 Debido a que el jitter es inevitable los receptores como el G.729 disponen de un buffer de entrada con el objetivo de visualizar el efecto de la variación de las demoras. El buffer recibe los paquetes a intervalos de tiempos variables y los entrega a intervalos de tiempos constantes.

d) **El eco;** Es lo que la latencia y el jitter pueden producir eco sobre el sistema telefónico, en este caso es necesario el uso de un sistema de cancelación del mismo, en nuestro sistema utilizaremos una parte de la señal de transmisión para cancelar el eco que se produce por la desadaptación de impedancias que ocurren en la conversión de circuitos híbridos.

3.3. Definir una arquitectura para el sistema VOIP

3.3.1. Arquitectura de funcionamiento para el sistema VOIP

Para el diseño de un sistema de enlace VOIP utilizaremos una arquitectura conformada por los protocolos RTP y SIP, los distribuidores de la arquitectura VOIP apoyan a este modelo por su flexibilidad en el control de llamadas dependiendo de los requerimientos tecnológicos y comerciales. Como habíamos indicado anteriormente la oficina central y sucursal de la empresa Samsung está interconectadas por fibra óptica lo que nos facilita poder desarrollar este proyecto en la misma red; se ha hecho una visita de campo a la oficina sucursal para tomar datos de los equipos y verificar el ancho de banda disponible, según indicaciones del área de sistemas la oficina sucursal tiene instalado un ancho de banda de 6 Mbps y solo se utiliza 4 Mbps para correos electrónico, intranet, internet, descargar información, manuales de servicio. Los equipos que están utilizando en la oficina sucursal para la red son; un router modelo amper-eg-663 marca movistar, sistema de instalación MPLS, capa 3 de los servicios de VPN, switch marca HP serie A5120; los equipos se encuentran ubicados en un gabinete diseñado especialmente con sus respectivas canaletas y ventiladores.

3.3.2. Hardware que se usará para el diseño de telefonía VOIP.

El hardware que utilizaremos en nuestro diseño estará conformado por algunos equipos que ya son utilizados, el usuario no será ajeno al uso de estos al momento de comunicarse por la red de internet, a continuación detallamos los dispositivos.

Para poder conectar el sistema de telefonía VOIP a la red vamos a utilizar un adaptador SPA 112 con puertos FXS marca cisco, con su fuente de alimentación de 5 voltios debidamente configurados con su dirección IP.

Adaptador SPA 112. Para configurar la IP del Ata SPA 112 si conocemos la IP por web. Si no sabemos la IP, podemos averiguarlo enchufando un teléfono al “phone 1” y marcando **** cuando nos salga la voz que nos dice “configuración de menú, marcamos 110#(comprobación de IP), y nos dirá por voz la dirección como por ejemplo;192.168.1.12 one, nince, two, dot, six, eight, dot, one, dot, one two).

Si queremos poner una IP fija mediante marcaciones a través del teléfono, primero en configuración menú (****) luego marcamos 100# para comprobar si el DHCP está deshabilitado (si está quitado dirá “disable” si dice “enable” lo desactivamos marcando el 101# cuando nos pregunte marcamos 0# y luego 1 para guardar). Ahora para configurar la IP marcaríamos 111#, nos dirá “enter value folowed by # key”; escribiremos la IP que queremos poner con los números usando el * para el punto que separa los valores de la dirección IP y acabándolo en #;

(Ejemplo marcaríamos 192*168*1*12# y luego 1 para grabar). Entonces nuestro equipo ya está listo para acceder a la interfaz web con <http://192.168.1.12>).



Figura N° 16: en la figura se puede observar el modelo de un equipo Cisco SPA 112 con dos puertos FXS.

Fuente: Cisco SPA112 2-Port Phone Adapter - Cisco.

Para la compresión de audio utilizaremos dos Gateway de características G.729 con puertos activos de FXO, debidamente configurados con sus direcciones IP.

Audio codec G.729 puertos FXO (Foreign e Xchange Office), se denomina puertos FXO porque a través de estos puertos recibe la línea analógica como por ejemplo las líneas telefónicas PSTN o red pública conmutada.

a) Gateway G.729

Al configurar y conectar estos equipos Gateway tomaremos en cuenta que los puertos FXS estén conectados a los teléfonos analógicos en los puertos RJ11, y en el Gateway con puertos FXO; se debe conectar las líneas análogas que pueden venir de la compañía de teléfonos o de algunos anexos de una central análoga existente, ambos equipos tienen que estar necesariamente configurados con direcciones IP estáticas. No usar DHCP. (Recomendación del fabricante).

Estos equipos estarán conectados entre la oficina central y sucursal de la empresa Samsung; la oficina central cuenta con un adaptador Gateway marca Panasonic modelo KX-TES824, donde podremos conectar un equipo SPA

112,luego conectamos a un Gateway que contienen los mismos puertos FXS para alimentar al teléfono, en nuestro diseño el teléfono irá conectado a un Gateway SPA 112 debidamente configurados con su dirección IP, el cual sirve como un adaptador del códec G.729 hacia el internet, en esta etapa la señal se codifica y es comprimida por el códec G.729 luego de ser codificada y comprimida la señal es enviada a través de los protocolos de internet, el Gateway trabaja dentro del protocolo SIP, comúnmente a través de la PSTN (red telefónica de conmutación pública).que está conectado con el servidor.



Figura N°17: en la figura se puede observar el modelo de un Gateway G.729 que contiene un puerto FXO, puerto FXS y su puerto de conexión a internet.

Fuente: manual de usuario.

b) Teléfono analógico

Es un equipo que se encarga de hacer interfaz de señal analógica, contiene puertos RJ-11 que sirven para conectar a la red de telefonía analógica, tiene una función específica que es proveer señalización FXO.

Este puerto estará conectado a la red de telefonía básica (PSTN), o a una central PBX que se utiliza dentro de las empresas, a esta red se conectan todos los teléfonos analógicos.



Figura N° 18: en la figura se puede observar el modelo de un teléfono analógico.

Fuente: elaboración propia.

3.4. Diseñar una propuesta de solución

3.4.1. Diseño de un sistema VOIP

De acuerdo a la arquitectura analizada anteriormente para el diseño y solución de este sistema de comunicación, utilizaremos los protocolos RTP, SIP, el códec G.729 con un adaptador de red, como se puede mostrar en la imagen el switch que está instalado en la oficina sucursal es de marca HP serie A5120; contiene un puerto consola con el cual podemos entrar y activar el puerto que utilizaremos para conectar nuestro sistema de telefonía VOIP.

El puerto del switch que utilizaremos para conectar nuestros equipos a la red es el puerto 18 como podemos apreciar en la imagen, esto se hizo en coordinación con el personal encargado del área de sistemas en la oficina sucursal de Samsung.

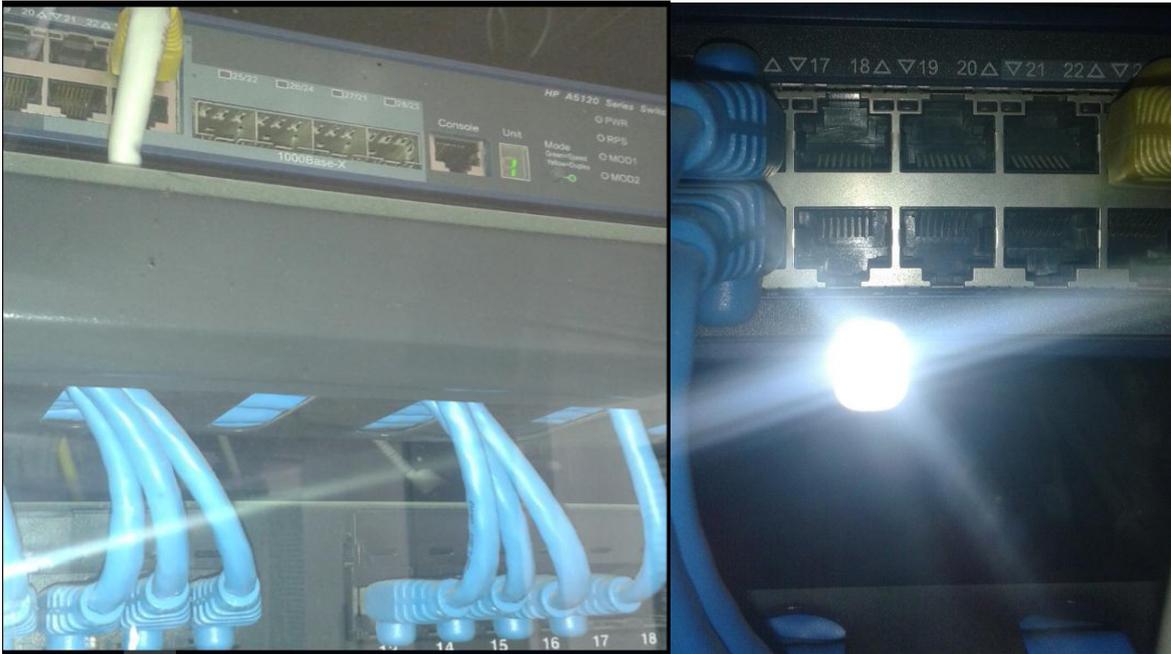


Figura: N° 19: se observa la parte frontal del switch donde se va a conectar los equipos a la red.

Fuente: elaboración propia, foto tomada en la oficina sucursal.

Para diseñar este sistema hemos verificado los manuales de los equipos, para tomar en cuenta las recomendaciones del fabricante; entre ellos tenemos el SPA 112, que lo utilizaremos como un adaptador a la red IP; el G.729 que lo usaremos para la compresión de audio configurado debidamente con el teléfono analógico.

A continuación, se muestra una arquitectura de funcionamiento del sistema de red actual entre la oficina central y sucursal; también podemos observar el diseño de nuestro sistema de telefonía VOIP con los equipos requeridos y mencionados anteriormente, en la figura se observa la conexión de los dispositivos al switch HP A5120, la línea entrecortada unida a los dispositivos es la red a implementarse en este caso la red VOIP.

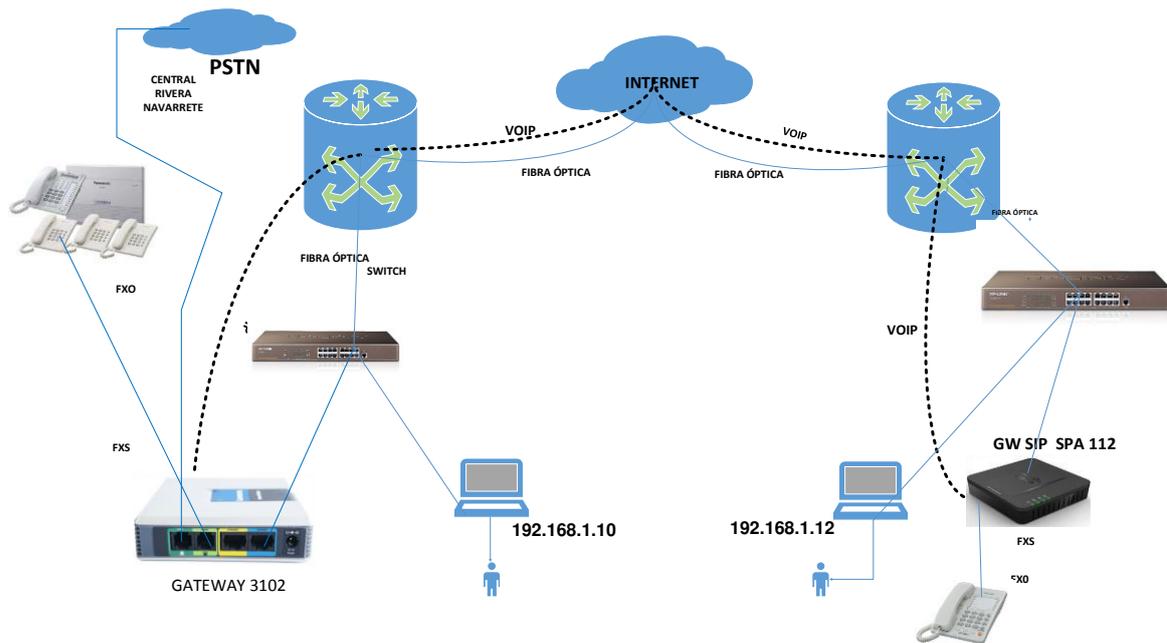


Figura N°20: solución al problema de comunicación en las oficinas dela empresa Samsung.

Comentario: se muestra una solución al problema de comunicación en la empresa Samsung.

Fuente: elaboración propia.

Como hemos podido observar anteriormente la conexión entre las oficinas central y sucursal; la oficina central cuenta con un adaptador Gateway marca Panasonic modelo KX-TES824 con puertos activos de entrada, puertos FXS fundamental para la alimentación del teléfono, el teléfono analógico utiliza un puerto FX0 y va conectado a un Gateway que contienen los mismos puertos FXS para alimentar al teléfono, en nuestro diseño el teléfono estará conectado a un Gateway g.729 y luego a un SPA 112 debidamente configurados con su dirección IP, el cual sirve como un adaptador del códec G.729 hacia el internet, en esta etapa la señal se codifica y es comprimida por el códec G.729 luego de ser codificada y comprimida la señal es enviada a través de los protocolos de internet, el Gateway trabaja dentro del protocolo SIP, comúnmente a través de la

PSTN (red telefónica de conmutación pública), que está conectado con el servidor.

3.5. Simulación de funcionamiento de VOIP en tiempo real, implementar

3.5.1. Simulación de llamadas entre oficinas

Objetivo; al implementar la centralita PBX, los adaptadores y los teléfonos analógicos procedemos a comprobar que se puede realizar llamadas entre las oficinas central y sucursal lo que significa que se puede establecer llamadas entre los anexos 21 y anexo 22 como se configuró la centralita PBX que están diferentes puntos de la misma red.

Como se puede observar en la imagen son dos usuarios diferentes que van establecer un enlace de comunicación, estos usuarios están ubicados en las oficinas de la empresa Samsung la comunicación se establece a través de la red de internet; en el desarrollo de nuestro sistema de telefonía VOIP estamos utilizando un Gateway G.729 para la compresión de audio.

3.5.2. Resultados de prueba

- Se implementó y se procedió a realizar las pruebas respectivas de los equipos mencionados en el desarrollo de la tesis en uno de los laboratorios de la Universidad de Ciencias y Humanidades; se comprobó el correcto funcionamiento de la centralita analógica PBX con dos anexos, a los que se configuró como anexos 21 y anexo 22 para intercambiar llamadas.

- Se procedió a la configuración respectiva del Gateway 3102 al que se le asignó una IP 192.168.1.10, que estará conectado al anexo telefónico 22 para que pueda comunicarse con el adaptador SPA 112 el cual estará ubicado en la

oficina sucursal de la empresa Samsung; de igual manera también se configuró el adaptador SPA 112 con una IP 192.168.1.12, que estará conectado a un teléfono analógico debidamente configurado.

- Finalmente se realizaron pruebas de llamadas desde un punto de laboratorio hasta el laboratorio del área de sistemas entre los anexos 21 y anexo 22, logrando con éxito las llamadas a través de la red de internet, se adjunta fotos de implementación y configuración.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
13	11.6221430	192.168.8.138	172.16.0.15	LLMNR	66	Standard query 0xf1cb A isatap
14	11.6223230	192.168.8.138	224.0.0.252	LLMNR	66	Standard query 0xf1cb A isatap
15	11.7656650	Cisco_5b:ca:ee	CiscoLin_c1:6e:e1	ARP	64	who has 172.16.0.15? Tell 172.16.0.16 [ETHERNET F
16	11.7665220	CiscoLin_c1:6e:e1	Cisco_5b:ca:ee	ARP	60	172.16.0.15 is at 00:0e:08:c1:6e:e1
17	11.8014850	Cisco_5b:ca:ee	Broadcast	ARP	64	who has 172.16.0.1? Tell 172.16.0.16 [ETHERNET F
18	11.9570820	192.168.8.138	192.168.8.255	NBNS	92	Name query NB ISATAP<00>
19	12.7072440	192.168.8.138	192.168.8.255	NBNS	92	Name query NB ISATAP<00>
20	12.8014870	Cisco_5b:ca:ee	Broadcast	ARP	64	who has 172.16.0.1? Tell 172.16.0.16 [ETHERNET F
21	13.8015090	Cisco_5b:ca:ee	Broadcast	ARP	64	who has 172.16.0.1? Tell 172.16.0.16 [ETHERNET F
22	14.0027300	Fe80::dc60:2ccc:5c5ff02::c	172.16.0.15	SSDP	208	M-SEARCH * HTTP/1.1
23	14.8122300	172.16.0.16	172.16.0.15	SIP/SDF	815	Status: 200 OK , with session description
24	14.8218270	172.16.0.15	172.16.0.16	SIP	429	Request: ACK sip:SPA112@172.16.0.16:5060
25	14.8433840	172.16.0.15	172.16.0.16	RTP	294	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x6299136, Seq=8840, T
26	14.8737400	172.16.0.15	172.16.0.16	RTP	294	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x6299136, Seq=8841, T
27	14.9029850	172.16.0.15	172.16.0.16	RTP	294	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x6299136, Seq=8842, T
28	14.9333620	172.16.0.15	172.16.0.16	RTP	294	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x6299136, Seq=8843, T
29	14.9607490	172.16.0.16	172.16.0.15	RTP	294	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x13668DF3, Seq=11762, T
30	14.9637690	172.16.0.15	172.16.0.16	RTP	294	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x6299136, Seq=8844, T
31	14.9905730	172.16.0.16	172.16.0.15	RTP	294	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x13668DF3, Seq=11763, T
32	14.9929480	172.16.0.15	172.16.0.16	RTP	294	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x6299136, Seq=8845, T
33	15.0206520	172.16.0.16	172.16.0.15	RTP	294	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x13668DF3, Seq=11764, T
34	15.0234070	172.16.0.15	172.16.0.16	RTP	294	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x6299136, Seq=8846, T

Figura N°21: se observa la simulación de una llamada entre anexos

Fuente: imagen tomada en el laboratorio de telecomunicaciones de la UCH.

Al realizar las llamadas también se comprobó el funcionamiento del audio entre los dos anexos como se puede ver en la gráfica el tiempo de duración.

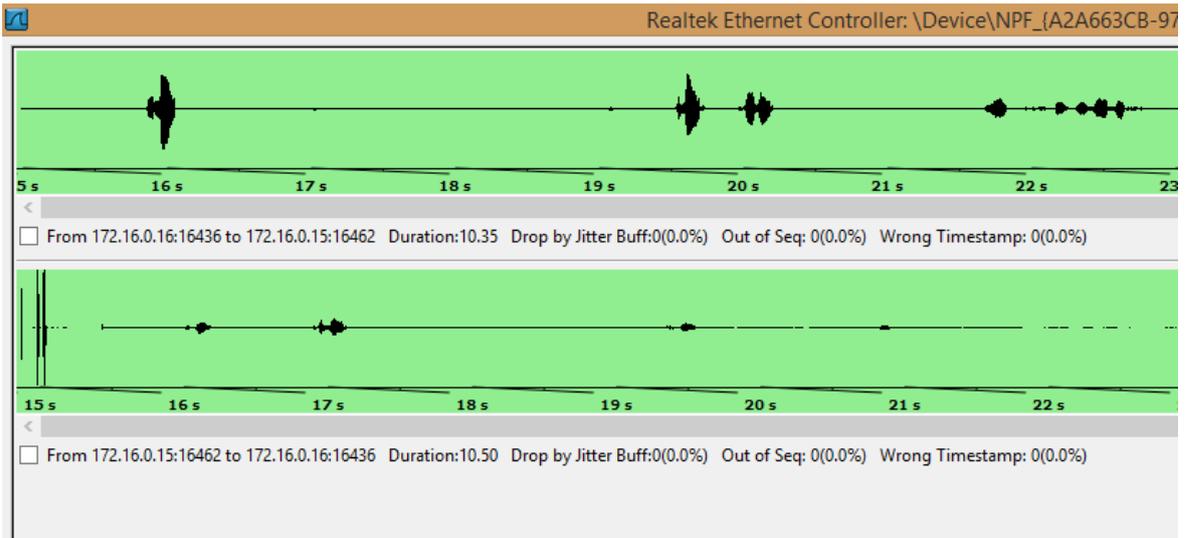


Figura N°22: en la figura se observa un gráfico de simulación de audio de una llamada entre anexos

Fuente: imagen tomada en el laboratorio de telecomunicaciones de la UCH.

CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE COSTOS Y BENEFICIOS

4.1. Análisis de costos

4.1.1. Presupuestos

En esta parte vamos a detallar a través del desarrollo de tablas el presupuesto de implementación de acuerdo al diseño de solución realizado, los costos estarán divididas en partes principales como son servicios, implementación de equipos y la mano de obra.

Debido a que los servicios de telefonía se cobran mensualmente dependiendo del operador y cada operador establece sus tarifas por lo que no lo vamos a considerar dentro del presupuesto que calcularemos para este proyecto.

4.1.2. Otros

Verificaremos que el acceso a internet debe ser mayor a 256 kbps a más, debe tener una velocidad considerable, además acceso a una línea de teléfono fijo, considerando que estos servicios son básicos, por lo tanto, ya no se contabilizará en el proyecto porque son servicios propios del cliente o empresa.

Calcularemos el valor de los equipos y la mano de obra para poder considerarlos en el presupuesto del proyecto, la mano de obra de ingeniería se considerará dependiendo el número de días trabajados, con un costo de \$20 por día laborado.

Tabla N°8: en la presente tabla se muestra el presupuesto de mano de obra.

Funciones	Días laborados
Estudio inicial	8
Estudio de campo	3
Diagrama de la solución	4
Implementación	3
Ajustes de configuración	1
Pruebas y resultados	1
configuración	1
Total de días laborados	21

Fuente: elaboración propia.

A continuación se muestra una tabla con los resultados finales de trabajo.

Tabla N°9: en la tabla se puede observar el presupuesto final del sistema de telefonía VOIP.

Ítem	Descripción	Unidad	P.Unid	Precio final
ACCESORIOS				
1	Equipos Teléfonos	02	S/.30	S/.60
2	Adaptador SPA 112	01	S/300	S/.300
3	Gateway G.729	01	S/.300	S/.300
4	Cable UTP CAT 6 100m	70m	S/.1.20	S/. 84
5	Cable de acometida (telefónico)	80m	S/.0.80	S/64
6	Conectores RJ45, RJ11	S/. 5	S/.50	S/.50
7	Cableado Mano de obra.	S/.175	S/175	S/.175
8	Diseño y configuración.	S/600	S/.600	S/.600
9	Centralita PBX	S/.300	S/.300	S/.300
			Total.	S/.1,933

Fuente: elaboración propia.

4.2. Análisis de beneficios

4.2.1 Beneficios tangibles

Finalmente, calcularemos el tiempo estimado que se va a recuperar la inversión, por otro lado, verificaremos el ahorro en los costos de los equipos en mantenimiento, llegando a concluir que los costos ahorrados dentro de cada mes igual a:

Una línea normal de teléfono es de S/.48 + I.G.V. (19%) = a S/.56.

Podemos decir que el ahorro en llamadas locales es un valor aproximado de S/.56, costo que sería ahorraría mensualmente, pero no sabemos con exactitud la cantidad de consumo en llamadas realizadas entre las dos oficinas de la empresa Samsung, para eso procedemos a hacer un cálculo de proporciones para aproximarse al consumo total.

Ahorro de línea telefónica : S/. 90.00

Ahorro de llamadas entre oficinas: S/. 60.00

Ahorro mensual : S/.150.00

Con estos datos podemos calcular que el tiempo de retorno de la inversión será de la siguiente manera.

Retorno de la inversión = $S/.1,933 / (150 S/. /Mes) = 12.89$ meses.

Tiempo de retorno = 1 año y 1 meses.

4.3. Consolidado de costo/beneficio

La metodología del análisis de sensibilidad, tiene por objeto contribuir a la toma de decisiones con la finalidad de administrar y mejorar la rentabilidad del proyecto propuesto. El análisis de sensibilidad se aplicará a tres variables clave (producción, precio y salario). Para este análisis hemos realizado el siguiente procedimiento:

1. Elaboración del panel de variables de entrada en Excel.
2. Cálculo del volumen de producción.
3. Cálculo de la inversión.
4. Determinación de los salarios.
5. Estimación del precio de venta por dispositivo EP-VOIP.
6. Estimación de venta anual del dispositivo EP-VOIP.
7. Elaboración del modelo de proyección.
8. Análisis de viabilidad.
9. Análisis de sensibilidad del proyecto respecto a la producción.
10. Análisis de sensibilidad del proyecto respecto al precio.
11. Análisis de sensibilidad del proyecto respecto al salario.
12. Elaboración del estado de resultados.

4.4. Análisis de sensibilidad

4.4.1 Desarrollo del flujo de caja

El Panel de variables de entrada nos ayudará a estructurar las variables que intervienen en el proyecto, para su elaboración se requiere de efectuar cálculos y estimaciones de variables tales como los costos, el precio, la producción, los

salarios y la inversión. Esta información ordenada nos permitirá construir los estados de flujo de caja neto, **FCN**, observar los indicadores financieros **TIR** y **VAN** y el estado de resultados, todo ello con el propósito de analizar la sensibilidad del proyecto al cambio o modificación inducido de las algunas variables que pueden poner en riesgo, aceptar o rechazar su viabilidad e impedir o favorecer su ejecución; los costos por calcular son:

- Costos de equipos y accesorios.
- Costos de estudios preliminares e implementación.
- Costos de mano de obra (cableado).
- Costo unitario de producción por KIT-VOIP.
- Costo anual de producción.

a) Costos de Equipos y Accesorios

Tabla N° 10: en la tabla se puede observar el costo de los accesorios para un KIT-VOIP.

Ítem	Descripción	Cantidad (1)	Unidad (2)	Costo/ unidad S/. (3)	Costos S/. (4)=(1)x(3)
1	Teléfono analógico	1	u	25	25
2	Adaptador SPA 112	1	u	250	250
3	Gateway G.729	1	u	300	300
4	Cable UTP CAT 6 100m	100	m	1.2	120
5	Cable de acometida (telefónico)	60	m	0.8	48
6	Conectores RJ45, RJ11	2	u	60	120
Costo Total de Equipos y Accesorios					S/. 863

Fuente: elaboración propia.

b) Costos de Estudios Preliminares e Implementación

Tabla N°11: en la tabla se puede observar el costo preliminar de implementación para un KIT-VOIP.

Ítem	Días	Costo/día	Costo
	(1)	S/.	S/.
		(2)	(3)=(1)x(2)
Investigación preliminar	8	S/.20	S/.160
Estudio de campo	3	S/.20	S/.60
Diseño de la solución	4	S/.20	S/.80
Pruebas y resultados	1	S/.20	S/.20
Ajustes de configuración	1	S/.20	S/.20
Implementación	3	S/.20	S/.60
Configuración	1	S/.20	S/.20
Total de días laborados	21		
Costo Total de Estudios Preliminares e Implementación			S/. 420

Fuente: elaboración propia.

c) Costo Unitario de Producción por KIT-VOIP

Tabla N° 12: en la tabla se puede observar el costo total por cada KIT de producto VOIP.

Ítem	Costos
	S/.
Estudios Preliminares	S/.420
Equipos y accesorios	S/.863
Mano de Obra	S/.150
Salario de la Gerencia	S/.500
Costo/ KIT-VOIP	S/. 1,933

Fuente: elaboración propia.

Los costos unitarios de producción están determinados para la intervención de un especialista.

d) Costo anual de producción

Tabla N°13: se observa en la tabla el costo anual de producción.

Ítem	Costos S/. (1)	N° de equipos instalados /año (2)	Costo Anual (3)=(1)x(2)
Equipos y accesorios	S/.863	32 (ver Tabla 6)	S/.27,616
Estudios Preliminares	S/.420	32	S/.13,440
Mano de Obra	S/.150	32	S/.4,800
Gerencia	S/.500	32	S/.16,000
Costo Anual de Producción			S/. 61,856

Fuente: elaboración propia.

- **Cálculo del volumen de producción**

El proyecto se plantea para la empresa Samsung considerando los siguientes aspectos: el tiempo de instalación que está definido por el tiempo que le toma a un especialista realizar los estudios preliminares y de implementación, estimados en 21 días. Los ajustes de este tiempo, estará de acuerdo a la curva de aprendizaje, al tamaño del proyecto, a las condiciones técnicas y facilidades de implementación de los proveedores de internet y a los requerimientos del cliente respecto a los plazos de entrega. La proyección comercial del proyecto considera que el tiempo estimado para una instalación debe ser de 10 días, considerando la optimización de los recursos y la eficiencia de los especialistas.

Tabla N°14: en la tabla podemos observar el cálculo del Volumen de Producción de dispositivos KIT-VOIP

Ítem	Días /año útiles (1)	Días/instalación (2)	N° de equipos instalados /año (3)=(1)÷(2)
Instalación de un Kit VOIP	317	10	32

Fuente: elaboración propia.

Así tenemos que en un año de 365 días calendario, hay 48 domingos, así tenemos que los días útiles trabajados son 317, a 10 días de instalación por equipo, proyectamos producir e instalar 32 equipos.

Tabla N°15: en la tabla se puede observar la Inversión requerida para cierta cantidad de equipos y accesorios para un KIT-VOIP.

Ítem	Costos S/. (1)	N° de equipos comprados	Inversión S/.(3)=(1)x(2)
Equipos y accesorios	S/..863	32	S/.27,616
	Inversión en equipos y accesorios		S/. 27,616

Fuente: elaboración propia.

Se decidió invertir en un stock de equipos y accesorios para 32 dispositivos (KIT-VOIP) por un monto de S/. 27,616.

- **Determinación de los Salarios**

Tabla N°16: en la tabla se observa el costo anual de producción por cierta cantidad de equipos.

Ítem	Costos S/. (1)	N° de equipos instalados /año (2)	Nómina anual S/. (3)=(1)x(2)
Estudios Preliminares	S/.420	32	S/.13,440
Mano de Obra	S/.150	32	S/.4,800
	Nómina anual Producción		S/.18,240

Fuente: elaboración propia.

- **Nómina anual de gerencia**

Tabla N°17: en la tabla se observa el costo anual de producción por cierta cantidad de equipos.

Ítem	Costos S/. (1)	N° de equipos instalados /año (2)	Nómina anual S/. (3)=(1)x(2)
Gerencia	S/.500.00	32	S/.16,000
	Nómina anual Gerencia		S/.16,000

Fuente: elaboración propia.

- **Estimación del precio de venta del dispositivo KIT-VOIP**

Tabla N°18: en la tabla se observa la Estimación del Precio de Venta del Dispositivo KIT-VOIP

Ítem	Estimados S/.
Costo / KIT-VOIP	S/. 1,933.00
Utilidad esperada 35% del Costo	S/.676.55
Precio de Venta/Kit VOIP	S/.2,609.55

Fuente: elaboración propia.

- **Cálculo de la venta anual de KIT-VOIP**

Tabla N°19: en la tabla podemos observar la Venta Anual de 32 Dispositivo KIT-VOIP

Ítem	Precio S/. (1)	N° de equipos instalados /año (2)	Ventas S/. (3)=(1)x(2)
Venta Anual de Kit VOIP	S/.2,609.55	32	S/.83,505.60

Fuente: elaboración propia

4.4.2 Análisis del VAN > 0

El panel de variables de entrada resume todos los supuestos referidos a las variables que intervienen en una proyección y que sirve para determinar indicadores financieros, tales como: la tasa interna de oportunidad, **TIO**; tasa interna de retorno, **TIR**; y el valor actual neto, **VAN**. Que se analizan bajo criterios específicos.

EL valor actual neto, **VAN**, es un método de valoración de una inversión, es una medida de la rentabilidad de un proyecto. El **VAN** es el valor absoluto de la diferencia entre los egresos e ingresos futuros traídos a la actualidad, considerando la inversión inicial y la tasa de interés de oportunidad. Para realizar el análisis del valor actual neto, **VAN**, se toma en cuenta la siguiente fórmula:

$$\text{VAN} = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Dónde:

V_t =Representa los flujos de caja en cada periodo t.

I_0 =Valor del desembolso inicial de la inversión.

n =Número de períodos considerado.

TIO=Tasa de interés de oportunidad es lo que espera recibir el inversionista.

Para analizar el **VAN** es necesario tomar en cuenta los siguientes criterios:

Tabla N°20: en la tabla se puede apreciar la descripción y las decisiones a tomar si es que el proyecto es factible.

Valor del VAN	Significado	Decisión a tomar
VAN>0	La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida	El proyecto puede aceptarse
VAN<0	La inversión produciría pérdidas por debajo de la rentabilidad exigida	El proyecto debería rechazarse
VAN=0	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas	Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de rentabilidad exigida, la decisión debería basarse en otros criterios, como la obtención de un mejor posicionamiento en el mercado u otros factores

Fuente: elaboración propia.

Para que el proyecto pueda ejecutarse sin poner en riesgo la inversión.

TablaN°21: en la tabla se puede observar el modelo de proyección del Panel de Entrada de Variables.

MODELO DE PROYECCIÓN		
Inversión en equipos y accesorios/32 dispositivos.	S/. 27,616	Inicio
Ventas	S/. 83,506	anual
Incremento en las ventas	20%	anual
Cantidad a producir	32	und/año
Incremento en la cantidad a producir	3	und/año
Precio de Venta	S/. 2,610	unidad
Incremento en las ventas	20%	anual
Costo anual de producción	S/. 27,616	anual
Incremento en el costo	15%	anual
Utilidad Bruta	S/. 55,890	año
Salario anual Producción	S/. 18,240	primer año
Incremento salario producción	20%	anual
Salario anual Gerencia	S/. 16,000	primer año
Incremento salario anual gerente	20%	anual
Gastos Generales % sobre las ventas	10%	anual
Utilidad antes de Impuestos UAI	S/. 13,299	año
Tasa impositiva % sobre UAI	30%	año
Utilidad Neta	S/. 9,309	año
TIO (tasa interna de oportunidad)	38%	año

Fuente: elaboración propia.

4.4.3 Análisis del $TIR \geq TIO$

La Tasa Interna de Retorno, **TIR**, es la tasa efectiva anual de interés que retorna debido al flujo de caja, es un indicador financiero que se utiliza para comparar con la Tasa Interna de Oportunidad, **TIO**, que es la tasa mínima que espera el inversionista por su inversión. Para realizar el análisis de esta se toma en cuenta la siguiente fórmula:

$$TIR = \frac{-I + \sum_{i=1}^n F_i}{\sum_{i=1}^n i * F_i}$$

Para analizar el **TIR** es necesario tomar en cuenta los siguientes criterios:

Tabla N°23: se observa el significado de la tasa interna de retorno, para identificar la viabilidad del proyecto.

Valor del VAN	Significado	Decisión a tomar
TIR>TIO	Cuando la TIR > TIO, el inversionista recibe un interés mayor al que espera	El proyecto es viable, puede reinvertirse en el proyecto.
TIR<TIO	Cuando la TIR < TIO, el inversionista recibe un interés menor que el que espera.	El proyecto no es una buena oportunidad de inversión, debe buscarse una mejor inversión.
TIR=TIO VAN=0	Cuando el VAN es a cero, no se recibe renta por concepto del TIR.	El VAN está muy cerca de tomar valores negativos, analizar la sensibilidad con las variables que tienen este efecto en la inversión.

Fuente: elaboración propia.

Calculando el TIR se puede observar que es 71%, para un inversionista que aspira recibir una rentabilidad mínima anual de 38%; entonces el proyecto es viable y se aconseja invertir en el proyecto, calculando con una cantidad fija nos da el resultado negativo por detalles primera inversión y se espera que sea la misma cantidad para que no exista perdidas; luego con el incremento de

producción variará los resultados, a continuación se mostrará una tabla donde podamos observar los cálculos para obtener el TIR.

Tabla N°24: en la tabla se observará el análisis de viabilidad del TIR con un porcentaje de 71%.

		20%			15%	20%			35%	
Periodo	Inversión	Precio Venta	Producción	Ingreso	CAO	Salarios	G G	Base imponible	Impuesto	FNC
0	S/. 27,616	0		0	0	0		0	0	S/. -27,616
1	0	S/. 2,610	32	S/. 83,520	S/. 27,616	S/. 34,240	S/. 8,352	S/. 13,312	S/. 3,994	S/. 9,318
2	0	S/. 3,132	35	S/. 109,620	S/. 31,758	S/. 41,088	S/. 10,962	S/. 25,812	S/. 7,743	S/. 18,068
3	0	S/. 3,758	38	S/. 142,819	S/. 36,522	S/. 49,306	S/. 14,282	S/. 42,710	S/. 12,813	S/. 29,897
4	0	S/. 4,510	41	S/. 184,913	S/. 42,000	S/. 59,167	S/. 18,491	S/. 65,255	S/. 19,576	S/. 45,678
5	0	S/. 5,412	44	S/. 238,132	S/. 48,301	S/. 71,000	S/. 23,813	S/. 95,018	S/. 28,506	S/. 66,513
									TIO	38%
									TIR	71%
									VAN	S/. 25,884

Fuente: elaboración propia.

Resultado: Con un **TIR = 71%** y un **VAN = S/. 25,884**, el proyecto es **viable**

Análisis de sensibilidad del proyecto respecto a la producción.

Cuando el **VAN = 0** y el **TIR = 38%** que no es un porcentaje esperado por el inversionista, el proyecto está cerca a producir valores negativos y por lo tanto no se va a poder cumplir con la TIO (Tasa de Interés Oportuna) del inversionista, en este caso el proyecto no es viable; cuando el **VAN = 0**, la cantidad de productos instalados puede bajar de 32 hasta en el año 1, esto quiere decir que podemos producir 6 unidades menos que lo proyectado, en ese caso el proyecto no estaría en riesgo a pesar de tener un flujo de caja negativo en el primer año, ahora, si se produjera menos de 26, el **VAN** sería negativo y el proyecto no sería viable, el proyecto es bastante sensible a cualquier cambio en esta variable, en la siguiente tabla se puede observar el porcentaje del TIR y los resultados del VAN.

Tabla N°25: en la tabla se puede observar los análisis de sensibilidad del proyecto respecto a la producción y el porcentaje esperado por el inversionista.

		20%			15%	20%			35%		
Periodo	Inversión	Precio Venta	Producción	Ingreso	CAO	Salarios	G G	Base imponible	Impuesto	FNC	
0	S/. 27,616	0		0	0	0		0	0	S/. -27,616	
1	0	S/. 2,610	26	S/. 68,812	S/. 27,616	S/. 34,240	S/. 6,881	S/. 75	S/. 22	S/. 52	
2	0	S/. 3,132	29	S/. 91,970	S/. 31,758	S/. 41,088	S/. 9,197	S/. 9,927	S/. 2,978	S/. 6,949	
3	0	S/. 3,758	32	S/. 121,640	S/. 36,522	S/. 49,306	S/. 12,164	S/. 23,648	S/. 7,094	S/. 16,554	
4	0	S/. 4,510	35	S/. 159,498	S/. 42,000	S/. 59,167	S/. 15,950	S/. 42,381	S/. 12,714	S/. 29,667	
5	0	S/. 5,412	38	S/. 207,634	S/. 48,301	S/. 71,000	S/. 20,763	S/. 67,570	S/. 20,271	S/. 47,299	
										TIO	38%
										TIR	38%
										VAN	S/. 0

Fuente: elaboración propia.

Cuando el VAN = 0 el precio puede incrementarse solo hasta en 9%, esto significa que si el precio se incrementa en 8% anual, el proyecto se pondría en riesgo de tal manera que podemos decidir sobre aumentar el precio entre 9% y 20%, y el proyecto no se pondría en riesgo, esta variable si es viable.

Análisis de sensibilidad del proyecto respecto al precio

Tabla N°26: en la tabla se puede observar el porcentaje de resultados para que el proyecto sea viable este debe ser 9% como mínimo.

		9%			15%	20%			35%		
Periodo	Inversión	Precio Venta	Producción	Ingreso	CAO	Salarios	G G	Base imponible	Impuesto	FNC	
0	S/. 27,616	0		0	0	0		0	0	S/. -27,616	
1	0	S/. 2,610	32	S/. 83,520	S/. 27,616	S/. 34,240	S/. 8,352	S/. 13,312	S/. 3,994	S/. 9,318	
2	0	S/. 2,857	35	S/. 99,998	S/. 31,758	S/. 41,088	S/. 10,000	S/. 17,152	S/. 5,146	S/. 12,007	
3	0	S/. 3,128	38	S/. 118,848	S/. 36,522	S/. 49,306	S/. 11,885	S/. 21,136	S/. 6,341	S/. 14,795	
4	0	S/. 3,424	41	S/. 140,371	S/. 42,000	S/. 59,167	S/. 14,037	S/. 25,167	S/. 7,550	S/. 17,617	
5	0	S/. 3,748	44	S/. 164,904	S/. 48,301	S/. 71,000	S/. 16,490	S/. 29,113	S/. 8,734	S/. 20,379	
										TIO	38%
										TIR	38%
										VAN	S/. 0

Fuente: elaboración propia.

- Análisis de sensibilidad con respecto al salario**

Cuando el VAN = 0, el salario puede aumentar de S/.34, 240 a S/.47, 477 en el año 1, esto quiere decir que podemos aumentar el salario casi en 43% sin que el

proyecto se ponga en riesgo. Si se produjera un aumento mayor del VAN sería negativo, y el proyecto no sería viable; ahora, como el margen de variabilidad es muy grande el proyecto es poco sensible a cualquier cambio en esta variable.

Tabla N°27: en la tabla se puede observar el porcentaje de resultados para que el proyecto sea viable este debe ser 9% como mínimo.

		20%			15%	20%			35%	
Periodo	Inversión	Precio Venta	Producción	Ingreso	CAO	Salarios	G G	Base imponible	Impuesto	FNC
0	S/. 27,616	0		0	0	0		0	0	S/. -27,616
1	0	S/. 2,610	32	S/. 83,520	S/. 27,616	S/. 47,477	S/. 8,352	S/. 75	S/. 22	S/. 52
2	0	S/. 3,132	35	S/. 109,620	S/. 31,758	S/. 56,973	S/. 10,962	S/. 9,927	S/. 2,978	S/. 6,949
3	0	S/. 3,758	38	S/. 142,819	S/. 36,522	S/. 68,367	S/. 14,282	S/. 23,648	S/. 7,094	S/. 16,554
4	0	S/. 4,510	41	S/. 184,913	S/. 42,000	S/. 82,041	S/. 18,491	S/. 42,381	S/. 12,714	S/. 29,667
5	0	S/. 5,412	44	S/. 238,132	S/. 48,301	S/. 98,449	S/. 23,813	S/. 67,570	S/. 20,271	S/. 47,299
									TIO	38%
									TIR	38%
									VAN	S/. 0

Fuente: elaboración propia.

4.4.4 Análisis del ROI

El retorno sobre la inversión, **ROI**, (siglas en inglés de return on investment) es una razón financiera que compara el beneficio o la utilidad obtenida en relación a la inversión realizada, es una herramienta para analizar el rendimiento que la empresa tiene desde el punto de vista financiero.

Estrategias para aumentar la rentabilidad en términos de gestión (gestionando los ingresos y costos):

- La **rentabilidad** aumenta cuando se aumentan los ingresos a partir de realizar actividades económicas, principalmente las ventas.
- La **rentabilidad** aumenta cuando se reducen los costos de operación o cualquier otro costo.

Para el análisis de la rentabilidad se trabaja con el estado de resultados, utilizando un indicador de rentabilidad como es el **ROI** se toma en cuenta la siguiente fórmula:

$$\text{ROI} = \text{Utilidad/Inversión} = \text{Beneficios/Desembolso Inicial}$$

Para analizar el **ROI** es necesario tomar en cuenta las siguientes normas:

Tabla N°28: en la tabla se puede observar los resultados de viabilidad del proyecto.

Valores del VAN	Significado	Decisiones a tomar
ROI>1	Cuando la ROI > 1, el inversionista recibe una utilidad por encima de su inversión.	El proyecto es buen negocio.
ROI=1	Cuando la ROI=1, el inversionista recibe una utilidad igual a su inversión.	El proyecto es buen negocio.
ROI<1	Cuando la ROI<1, el inversionista recibe una utilidad menor a su inversión, aquí se tiene que observar que ROI sea ≥ TIO.	Si el ROI < TIO, el proyecto no es buen negocio.

Fuente: elaboración propia.

Un ROI de 35%, significa que por cada S/. 100 que se invierte en el primer año, se obtiene S/. 35 de utilidad.

Tabla N° 29: en la tabla se puede observar el porcentaje del ROI igual a un 35%.

Estado de Resultados						
Conceptos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por Ventas	0.00	83,520.00	109,620.00	142,819.20	184,913.28	238,132.22
Inversión en equipos	26,610.00					
Costo anual de producción	0.00	27,616.00	31,758.40	36,522.16	42,000.48	48,300.56
Salario anual Producción	0.00	18,240.00	21,888.00	26,265.60	31,518.72	37,822.46
Total Egresos	26,610.00	45,856.00	53,646.40	62,787.76	73,519.20	86,123.02
Utilidad Bruta		37,664.00	55,973.60	80,031.44	111,394.08	152,009.20
Salario anual Gerencia		16,000.00	19,200.00	23,040.00	27,648.00	33,177.60
Gastos Generales		8,352.00	10,962.00	14,281.92	18,491.33	23,813.22
Utilidad Operativa		13,312.00	25,811.60	42,709.52	65,254.75	95,018.38
Utilidad antes de Impuestos UAI		13,312.00	25,811.60	42,709.52	65,254.75	95,018.38
Tasa impositiva 30 % sobre UAI		3,993.60	7,743.48	12,812.86	19,576.42	28,505.51
Utilidad después de Impuestos		9,318.40	18,068.12	29,896.66	45,678.32	66,512.87
FNC	-S/. 26,610.00	9,318.40	18,068.12	29,896.66	45,678.32	66,512.87
					TIO	38%
					TIR	73%
					VAN	S/. 26,890.34
					ROI	35%

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se puede observar un modelo de proyección de resultados finales de inversión anual.

Tabla N°30: en la tabla se puede observar el estado de resultados finales.

Modelo	De proyección	De resultados
ventas	S/.83.56	anual
Costo anual	S/.27.616	anual
Utilidad bruta	S/.55.890	anual
Salario anual de producción	S/.34.240	Primer año
Gastos generales 10% sobre las ventas	S/.8.351	Anual
Utilidad antes del impuestos UAI	S/.13.299	anual
Tasa impositiva 30% sobre la UAI	S/.3.990	anual
Utilidad neta	S/.9.310	anual
TIO (tasa interna de oportunidad)	38%	Año

Fuente: elaboración propia.

- **Estado de resultados proyecto: dispositivo KIT-VOIP**

En la siguiente tabla, se puede observar un modelo de proyección de resultados finales de inversión de 5 año un porcentaje requerido por el inversionista, un TIR con un porcentaje viable y un VAN de S/. 26,890.34.

Tabla N°31: en la tabla se puede observar el porcentaje anual y el estado final del flujo neto de caja (FNC) de 1 a 5 años.

Estado de Resultados						
Conceptos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por Ventas	0.00	83,520.00	109,620.00	142,819.20	184,913.28	238,132.22
Inversión en equipos	26,610.00					
Costo anual de producción	0.00	27,616.00	31,758.40	36,522.16	42,000.48	48,300.56
Salario anual Producción	0.00	18,240.00	21,888.00	26,265.60	31,518.72	37,822.46
Total Egresos	26,610.00	45,856.00	53,646.40	62,787.76	73,519.20	86,123.02
Utilidad Bruta		37,664.00	55,973.60	80,031.44	111,394.08	152,009.20
Salario anual Gerencia		16,000.00	19,200.00	23,040.00	27,648.00	33,177.60
Gastos Generales		8,352.00	10,962.00	14,281.92	18,491.33	23,813.22
Utilidad Operativa		13,312.00	25,811.60	42,709.52	65,254.75	95,018.38
Utilidad antes de Impuestos UAI		13,312.00	25,811.60	42,709.52	65,254.75	95,018.38
Tasa impositiva 30 % sobre UAI		3,993.60	7,743.48	12,812.86	19,576.42	28,505.51
Utilidad despues de Impuestos		9,318.40	18,068.12	29,896.66	45,678.32	66,512.87
FNC	-S/. 26,610.00	9,318.40	18,068.12	29,896.66	45,678.32	66,512.87
					TIO	38%
					TIR	74%
					VAN	S/. 26,890.34

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

A lo largo del desarrollo de este trabajo de investigación se llegó a concluir que para enviar paquetes de datos de voz por la red de internet, hay ciertos parámetros que se deben cumplir uno de ellos es el de considerar el ancho de banda de la red, el tráfico de paquetes; así como también se logró uno de los objetivos más importantes de establecer comunicación de telefonía VOIP a bajo costo entre la oficina central y sucursal de la empresa Samsung, se procedió a comprobar la capacidad de la red de acuerdo a la teoría realizada y también a través de envío de paquetes de datos.

Tener en cuenta la capacidad necesaria de ancho de banda es muy importante para no tener inconvenientes a la hora de realizar llamadas o congestión de datos, se seleccionó los equipos para este sistema de acuerdo a las recomendaciones de la UIT, como son; adaptador Cisco SPA 112 y el Gateway G.729, aplicando las consideraciones y restricciones necesarias para el desarrollo de un sistema de telefonía VOIP.

Se implementó el sistema con los equipos antes mencionados, se verificó el funcionamiento y compatibilidad de la centralita PBX con los protocolos IP, cumpliendo con su función de inicio y finalización de llamadas entre las dos oficinas por la red de internet a través de la fibra óptica.

Según el análisis de investigación se hizo un diagrama de solución, se constató comunicación de llamadas en tiempo real entre la oficina central y la oficina sucursal; para esta solución se usó la tecnología Cisco VOIP, que tienen compatibilidad con la central PBX y son los teléfonos analógicos.

Al término de la simulación se realizó llamadas a través de los protocolos de internet, configurando los equipos de manera adecuada y en la misma red VLAN,

se obtuvo buenos resultados de operación y llamadas en distintos puntos de la UCH, también se verificó el funcionamiento de los equipos por Red de Área Local, funciona de manera óptima.

De acuerdo al estado de resultados elaborado a partir del análisis de viabilidad y el análisis de sensibilidad podemos decir que el proyecto es viable, ya que la Tasa Interna de Retorno, TIR, es igual a 71%, una tasa superior a la Tasa Interna de Oportunidad, TIO, que es igual a 38%, que es la tasa que el inversionista espera recibir como mínimo. Como el Valor Actual Neto es positivo, $VAN > 0$, se recomienda realizar el proyecto.

El proyecto es bastante sensible a cualquier cambio en la variable **producción**. Pudiendo bajar la producción de 32 dispositivos hasta 26 en el año 1. Si el proyecto produce por debajo de 26 dispositivos el proyecto estaría en riesgo, y por lo tanto no sería viable.

El proyecto es sensible a cualquier cambio en la variable **precio**. Que puede incrementarse solo hasta en 9%, esto significa que si el precio se incrementa en 8% en el 1er, año, el proyecto se pondría en riesgo. Esto significa que podemos decidir sobre aumentar el precio entre 9% y 20%, y el proyecto sería viable.

El proyecto es poco sensible a cualquier cambio en la variable **salario**. Que puede aumentar de S/. 32,240 a S/. 48,252 en el año 1, esto quiere decir que podemos aumentar el salario en casi 40% sin que el proyecto se exponga a algún tipo de riesgo, si se produjera un aumento mayor a este porcentaje, el VAN sería negativo, y el proyecto no sería viable.

RECOMENDACIONES

Recomendamos lo siguiente, si se quiere obtener mayor ventaja con respecto a las llamadas se implementará el proyecto con una central PSTN, en el caso de las empresas que están en constante crecimiento deben contar con una red con mayor capacidad o ancho de banda, si se requiere obtener una señal de buena calidad se debe utilizar un Gateway G.729 es recomendable porque ocupa menos ancho de banda.

Tener en cuenta las medidas de seguridad al momento de conectar los equipos a la red eléctrica se recomienda utilizar tomacorrientes nuevos, en lo posible estabilizadores por un tema de proteger los equipos.

Se debe conectar a la red principal de acceso de la PSTN, ya que requiere de una conexión física con la central de conmutación, el Gateway y el adaptador deben estar debidamente configurados con una misma IP de preferencia una IP fija para evitar conflictos en la red.

Al usar estos equipos se estará ahorrando en costos por mantenimiento y uso de software para su instalación; también es recomendable que las redes que se van a utilizar para el transporte de datos estén configurados en la misma VLAN para no tener problemas de compatibilidad.

REFERENCIAS

- Salazar, R. (2010). *Sistema de voz sobre IP para redes inalámbricas en zonas rurales aisladas*. (Tesis para optar el título de ingeniero electrónico). Universidad Politécnica Madrid. Madrid España.
- Ortega, G. (2011). *Diseño e implementación de un sistema interactivo de respuesta de voz (IVR) piloto para la reserva de boletos del ferrocarril Cuzco-Machu Pichu*. (Tesis para optar el título de ingeniero electrónico). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima Perú.
- Ocampo, Z. (2011). *Diseño e implementación de un software supervisor del tráfico de voz de la red de telefonía IP de una universidad*. (Tesis doctoral). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima Perú.
- Keagy, S. (2001). *Integración de redes de voz y datos*. (3ª ed). Pearson Educación.
- Susana R, (2005). *(Diseño e implementación de un sistema VOIP)*.recopilado de <http://hdl.handle.net/2099.1/3540>
- Ahmed, M. (2011). *VOIP performance management and optimization Cisco*. (2ªed). Madrid España.
- Charro, S. & Erazo A. (2006). *Estudio y diseño de una red LAN híbrida, utilizando las tecnologías WIMAX y WI-FI, para brindar servicios de video sobre IP e internet de banda ancha incluyendo transmisión de voz y datos*, (Tesis para optar el título de ingeniero electrónico) Universidad Central del Ecuador. Quito Ecuador.

- Cárdenas, A. (2016). *Diseño e Implementación de un Sistema de Telefonía IP Usando Software "Asterisk" Como Base para la Central Telefónica (PBX) en la Empresa Brain Service SAC.* (Tesis para optar el título de ingeniero electrónico). Universidad Peruana de Los Andes.
- Suárez, R. (2007). *Tecnologías de la información y la comunicación: Introducción a los sistemas de información y de telecomunicaciones.* Ideas propias SL.
Recuperado de
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=_R_9CAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA21&dq=Introducción+a+sistema+rfid&ots=rRC3vngvCF&sig=6Sma4XvzlaALLGLiDxDf_qJLF.
- Méndez, V. (2008). *Implementación de conmutador de Voz IP (PBX virtual) sobre una red de datos.* (Tesis para optar el título profesional de telecomunicaciones y electrónica, Instituto Politécnico). México.
- Romero, C. (2008). *Introducción del códec MELP en la plataforma IP PBX Asterisk®.* (Tesis doctoral). Madrid España.
- Huidobro, J. (2007). *Tecnologías de información y comunicación,* (tesis de maestría) *Universidad Politécnica de Madrid.* Madrid España.
- Quintana, D. (2006). *Diseño e Implementación de una Red de Telefonía VOIP software Libre en la RAAP.* (Tesis doctoral). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima Perú.
- Molina, J. (2006). *Implementación de servicios VoIP sobre Asterisk.* Universidad Politécnica de Barcelona – (Universidad Particular del Callao). Lima Perú.
- Rico, T. & Enrique, L. (1999). *VOIP–Voz sobre IP.* Recuperado de (www.cisco.com/web/).

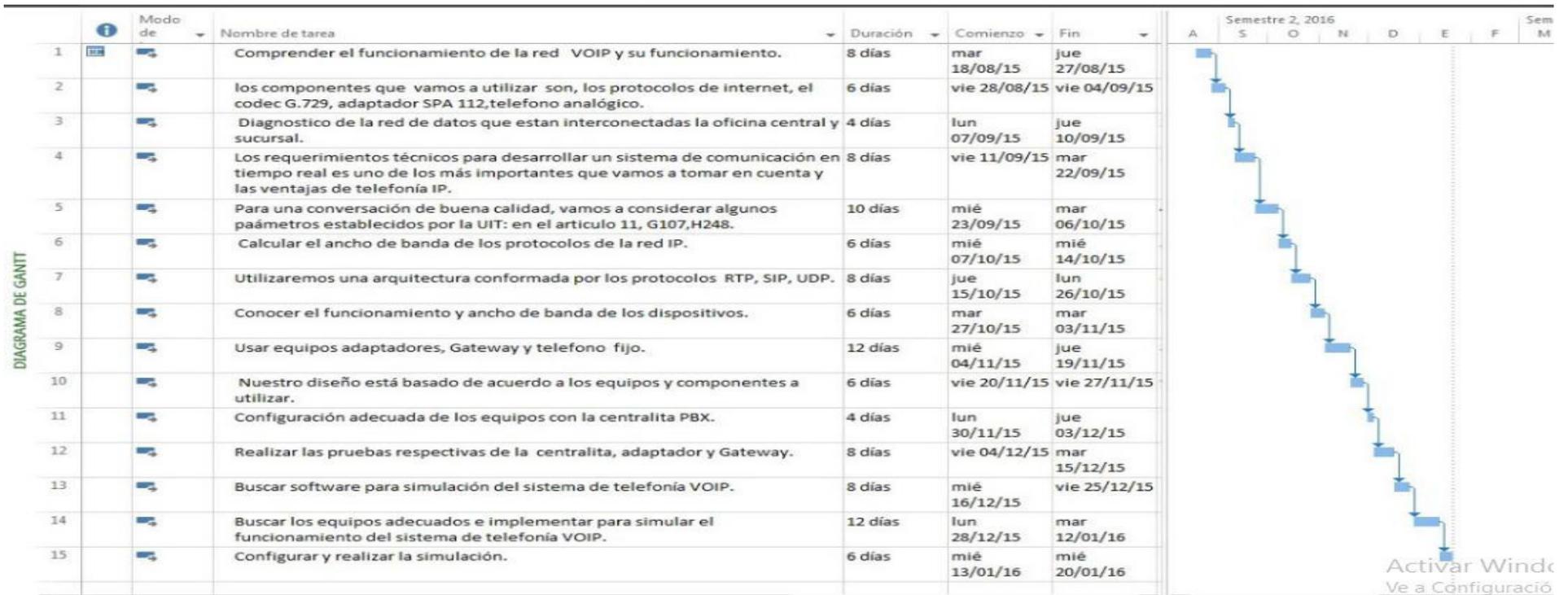
- Salazar, R. (2010). *Sistema de voz sobre IP para redes inalámbricas en zonas rurales aisladas*. Recuperado de <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/1>. Stanford, California, USA.
- Rojas, H., José, A., Regalado, V., Andrés, J., Chalen, P., Adrián, M., & Vargas, G. (2006). *Análisis e implementación de dos o más PBX bajo VoIP basándose en protocolos IAX y SIP para interconectar dos o más empresas y/u oficinas*. Recuperado de https://scholar.google.es/scholar?q=related:869GH8qwWTgJ:scholar.google.com/&hl=es&as_sdt=0,5
- Joskowicz, J. (2013). *Paquetización de voz y video sobre redes IP. Recopilado de* (<https://iie.fing.edu.uy/>).
- Flores, G. (2013). *Seguridad en voz sobre redes de datos*. Celerinet. (Tesis para optar el título de ingeniero electrónico). Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de Garza, México.
- López, J. & Navarro, R. (2006). *Seguridad en sistemas operativos Windows y Linux*. Recuperado de, http://revistasic.com/revista75/pdf_75/sic75.

GLOSARIO

1. TCP: transmisión control protocol.
2. UDP: protocolo de nivel de transporte basado en el intercambio de diagrama.
3. SIP: protocolo de inicio de sesiones.
4. PBX: ramal privado de conmutaciones es un conmutador de telefonía.
5. PSTN: llamada también red telefónica conmutada (RTC).
6. RAS: (registration, admission and status).
7. DNS: (domain, name service).
8. RAS: (registration, amission and status).
9. RAAP: red académica peruana.
10. Hardware: teléfono analógico, adaptador SPA cisco 112, Gateway G3102.
11. PBX: centralita que se comunica con una PC a través de la red LAN.
12. Gateway: es un adaptador entre la red IP y el teléfono.
13. VOIP: voz sobre los protocolos de internet.
14. VAD: detección de actividad de voz.
15. FNC: flujo de caja neto.
16. VAN: valor actual neto.
17. TIR: tasa interna de retorno.
18. ROI: retorno sobre la inversión.

ANEXO A: DIAGRAMA DE GANTT

Tabla N°32: en la tabla se observa el diagrama de las acciones que se ha desarrollado en cada uno de los objetivos.



Fuente: elaboración propia.

ANEXO C: PROTOCOLOS DE PRUEBA

Como se puede observar en la imagen tenemos conectada la centralita PBX analógica, estamos utilizando un teléfono analógico como se puede observar en la imagen que va a estar conectado al anexo 21 de la centralita, como se observa en la imagen la salida del anexo 22 estará conectado al Gateway y el Gateway está conectado a la red.



Figura N°1: en la figura, se puede observar la conexión de la centralita PBX con el teléfono conectado al anexo 21 y el Gateway conectado al anexo 22 y a la red.

Fuente: fotos tomadas en el laboratorio de telecomunicaciones.

En el otro extremo de la red conectamos el adaptador SPA 112, como se puede observar en la imagen el adaptador va a estar conectado a la red debidamente configurado y con teléfono analógico, para que al llamar desde el anexo 21 la señal va a ser comprimida por el Gateway y luego viaje a través de la red de internet.



Figura N°2: en la figura se puede observar la conexión del adaptador ATA SPA 112 conectado al teléfono analógico en este caso el anexo 22 y su respectiva conexión a la red.

Fuente: fotos tomadas en el laboratorio de telecomunicaciones.

Finalmente, los equipos quedarán configurados de esta manera como se observa en la imagen, estarán configurados con su debida IP y conectados a la red. En el caso del Gateway 3102 la IP es 192.168.1.10; ATA SPA 112 192.168.1.12.

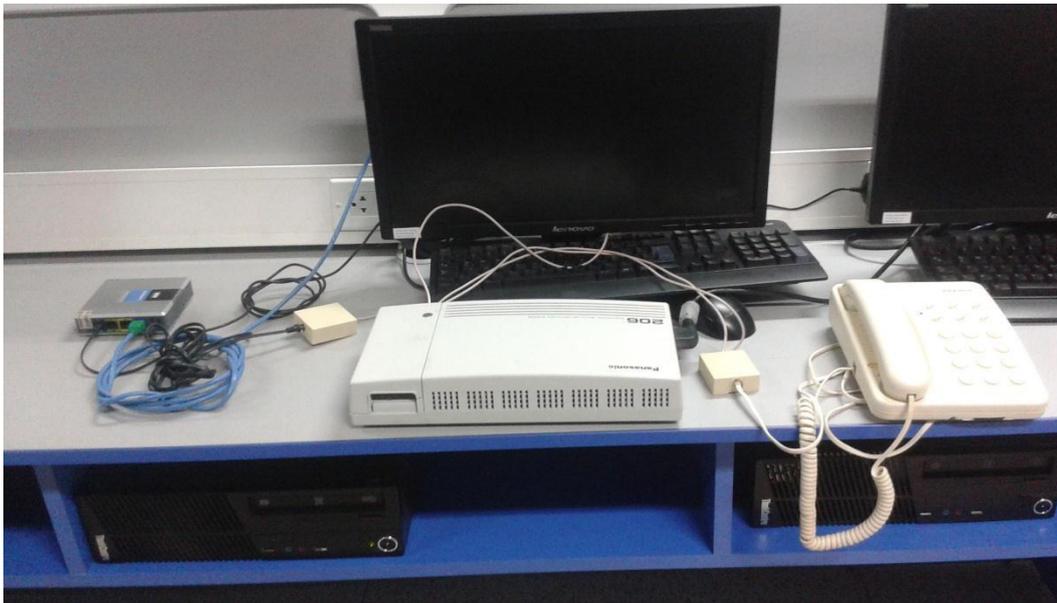


Figura N° 3: en la figura se puede observar la conexión final de los equipos, el Gateway conectado a la red y el adaptador SPA 112 conectado a la red.

Fuente: fotos tomadas en el laboratorio de telecomunicaciones.

Adicionalmente se realizaron pruebas en el laboratorio de Cisco donde se comprobó el correcto funcionamiento como se muestra en las imágenes.

Instalación del Gateway G.729 con la centralita PBX analógica y un teléfono analógico en el laboratorio de CCNA en la Universidad de Ciencias y Humanidades.



Instalación del adaptador SPA 112 con un teléfono analógico en el laboratorio de CCNA en la Universidad de Ciencias y Humanidades.



Se observa el correcto funcionamiento de los equipos a través de los protocolos de la red de internet.

CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS

Entramos al equipo por primera vez con su propia clave, configuramos y le asignamos una IP en este caso es el LINKSYS 3102, como se puede observar en la siguiente imagen, a este equipo lo hemos puesto una IP 192.168.1.10.

Ingresamos a la ventana de “wan setup”, donde fijamos la IP estática, configuramos la IP y la máscara de red.

Abrimos la pestaña “VOICE” luego info nos abrirá esta pantalla de configuración donde podemos ver información general del equipo.

Para habilitar la línea de salida ingresamos a “LINE 1” aquí habilitamos para que pueda comunicarse.

Ingresamos a la ventana “PSTN LINE” aquí se puede observar algunos códigos de configuración habilitamos las conexiones proxí tal como se muestra en la imagen, además, fijamos el códec G729 que es el que va a comprimir el audio.

Entramos al equipo por primera vez con su propia clave, configuramos y le asignamos una IP en este caso es el **SPA 112**, a este equipo lo hemos asignado una IP 192.168.1.12.

Ingresamos a la siguiente carpeta donde podemos asignarle el tipo de conexión, la dirección IP, la máscara de subred tal como se puede observar en la imagen.

En forma de verificación ingresamos a la siguiente ventana donde podemos observar el nombre del equipo, serie, versión de software y la dirección mac address.

Ingresamos a la siguiente carpeta, observamos el "DIAL PLAN" aquí ponemos la dirección IP del equipo que estará en el otro extremo con el cual se va a comunicar.

Ingresamos a la carpeta de "VOICE" "LINE 1" para verificar y activar algunas opciones.

Algunas opciones vienen configuradas de fábrica del mismo equipo, se debe tener cuidado al momento de cambiarlas para no tener problemas a la hora de probar el funcionamiento del equipo.